

**Table 4.** Sensitivity of endoscopy and radiography for gastric cancer by the detection method and the incidence method

Screening round	Method	Total number	Screen-detected cancer	Interval cancer	Expected number	Sensitivity	Specificity	Sensitivity
						Detection method	Detection method	Incidence method
Prevalence screening	Endoscopic screening	7,388	64	3	26	0.955 (0.875–0.991)	0.851 (0.843–0.859)	0.886 (0.698–0.976)
	Radiographic screening	5,410	25	3	18	0.893 (0.718–0.977)	0.856 (0.846–0.865)	0.831 (0.586–0.964)
Incidence screening	Endoscopic screening	18,021	86	2	43	0.977 (0.919–0.997)	0.888 (0.883–0.892)	0.954 (0.842–0.994)
	Radiographic screening	11,417	23	3	21	0.885 (0.664–0.972)	0.891 (0.885–0.896)	0.855 (0.637–0.970)

The 95% confidential intervals are given in parentheses.

screening method avoiding overdiagnosis, the incidence method is one appropriate solution.

Our study had several limitations. First, as the percentage of death certificate notification was 15.1% in 2007,<sup>19</sup> the quality of the Tottori Cancer Registry was not good. Some of the interval cancers were lost because of insufficient follow-up, and the sensitivity might have been overestimated. Second, the age-specific gastric cancer incidence rate for all Japan was used, whereas the screening population was resident in a rural area, and therefore, the rate might differ. The incidence among individuals who have a screening history is different from that of individuals who have no screening history. Both can be used to calculate the expected number using national data. Third, to compare usual screening with endoscopic and radiographic screenings for gastric cancer, the preclinical phase was assumed to be 2 years in prevalence screening. As more early cancer was detected by endoscopic screening than by radiographic screening, there may be a difference in the preclinical phase between endoscopic and radiographic screenings. A longer preclinical phase should be assessed, because most cancers detected by endoscopy were early stage and slow growing. If endoscopic screening has a longer preclinical phase, the screening interval could be expanded. Fourth, the preclinical phase was arbitrarily assumed to be 2 years since the last screening test to distinguish prevalence and incidence screening. This assumption leads to a decrease

in the difference between the sensitivities of prevalence screening and incidence screening. This phenomenon could be more relevant for endoscopic screening, which seems to have a longer lead time. Fifth, the background of endoscopic and radiographic screenings might have affected the results. The characteristics of the participants in the two screenings were different. The average age of participants was higher with endoscopic screening than with radiographic screening, and the proportion of females was higher with radiographic screening than with endoscopic screening. In addition, access to endoscopic screening was different between central and surrounding areas even in the same cities. Lastly, because of the small sample size, different target age and sex groups could not be adequately assessed.

In conclusion, our findings suggest that endoscopic screening for gastric cancer had a higher sensitivity than radiographic screening by the incidence method in both screening rounds. However, further study is needed to evaluate mortality reduction and to investigate the magnitude of overdiagnosis in endoscopic screening for gastric cancer.

#### Acknowledgements

The authors thank the Tottori Cancer Registry office and the local government of Yonago. They thank Dr. Tomio Nakayama for helpful comments, Dr. Hiroshi Saito for kindly supporting the study and Ms. Kanoko Matsushima and Ms. Junko Asai for secretarial work.

#### References

- International Agency for Research on Cancer. GLOBOCAN 2008. Available from: <http://globocan.iarc.fr/>. Accessed December 24 2012.
- National Cancer Center. Center for Cancer Control and Information Services. Available from: <http://ganjoho.ncc.go.jp/professional/statistics/index.html>. Accessed December 24 2012.
- Kim Y, Jun JK, Choi KS, et al. Overview of the National Cancer Screening Programme and the cancer screening status in Korea. *Asian Pac J Cancer Prev* 2011;12:725–30.
- Leung WK, Wu MS, Kakugawa Y, et al.; Asia Pacific Working Group on Gastric Cancer. Screening for gastric cancer in Asia: current evidence and practice. *Lancet Oncol* 2008; 9:279–87.
- Tashiro A, Sano M, Kinameri K, et al. Comparing mass screening techniques for gastric cancer in Japan. *World J Gastroenterol* 2006;12:4873–4.
- Shabana M, Hamashima C, Nishida M, et al. Current status and evaluation of endoscopic screening for gastric cancer (in Japanese). *J Jpn Assoc Cancer Detect Diagn* 2010;17:229–35.
- Puliti D, Duffy SW, Miccinesi G, et al.; EUROSCREEN Working Group. Overdiagnosis in mammographic screening for breast cancer in Europe: a literature review. *J Med Screen* 2012;19 (Suppl 1):42–56.
- Biesheuvel C, Barratt A, Howard K, et al. Effects of study methods and biases on estimates of invasive breast cancer overdiagnosis with mammography screening: a systematic review. *Lancet Oncol* 2007;8:1129–38.
- Hosokawa O, Hattori M, Douden K, et al. Difference in accuracy between gastroscopy and colonoscopy for detection of cancer. *Hepatogastroenterology* 2007;54:442–4.
- Hamashima C, Shibuya D, Yamazaki H, et al. The Japanese guidelines for gastric cancer screening. *Jpn J Clin Oncol* 2008;38:259–67.
- Choi KS, Jun JK, Lee HY, et al. Performance of gastric cancer screening by endoscopy testing

- through the National Cancer Screening Program of Korea. *Cancer Sci* 2011;102:1559–64.
12. Lee HY, Park EC, Jun JK, et al. Comparing upper gastrointestinal X-ray and endoscopy for gastric cancer diagnosis in Korea. *World J Gastroenterol* 2010;16:245–50.
  13. Fletcher SW, Black W, Harris R, et al. Report of the International Workshop on Screening for Breast Cancer. *J Natl Cancer Inst* 1993;85:1644–56.
  14. Zappa M, Castiglione G, Paci E, et al. Measuring interval cancers in population-based screening using different assays of fecal occult blood testing: the District of Florence experience. *Int J Cancer* 2001;92:151–4.
  15. Toyoda Y, Nakayama T, Kusunoki Y, et al. Sensitivity and specificity of lung cancer screening using chest low-dose computed tomography. *Br J Cancer* 2008;98:1602–7.
  16. Japanese Gastric Cancer Association. Japanese classification for gastric carcinoma (2nd English Edition). *Gastric Cancer* 1998;1:10–24.
  17. Day NE. Estimating the sensitivity of a screening test. *J Epidemiol Community Health* 1985;39:364–6.
  18. Tsukuma H, Oshima A, Narahara H, et al. Natural history of early gastric cancer: a non-concurrent, long term, follow up study. *Gut* 2000;47:618–21.
  19. Sobue T, Matsuda T, Shibata A, et al. Monitoring of cancer incidence in Japan (MCIJ2007). Tokyo: National Cancer Center, Center for Cancer Control and Information Services, 2012. 140 p.

# Labor Resource Use for Endoscopic Gastric Cancer Screening in Japanese Primary Care Settings: A Work Sampling Study

Rei Goto<sup>1,2\*</sup>, Kohei Arai<sup>3</sup>, Hirotsugu Kitada<sup>4</sup>, Kazuei Ogoshi<sup>5</sup>, Chisato Hamashima<sup>6</sup>

**1** Graduate School of Economics, Kyoto University, Kyoto, Japan, **2** The Hakubi Center of Advanced Research, Kyoto University, Kyoto, Japan, **3** Faculty of Social and Information Studies, Gunma University, Gunma, Japan, **4** Faculty of Business Administration, Hosei University, Tokyo, Japan, **5** Niigata Cancer Center Hospital, Niigata, Japan, **6** Research Center for Cancer Prevention and Screening, National Cancer Center, Tokyo, Japan

## Abstract

**Objective:** Endoscopic gastric cancer is screened in primary care settings, but how much resources are required to deliver this service remains unknown. This study determines how much time and human resources are used for endoscopic gastric cancer and for each component of the procedure.

**Materials and Methods:** Upper endoscopic procedures were prospectively observed using a work sampling technique. This study analyzed data from patients who underwent upper endoscopic gastric cancer screening at primary care clinics that provide this service. The main outcome measurements were time intervals and total time intervals that considered the numbers of simultaneously engaged workers and were calculated as the product of time intervals and the number of workers, and the labor cost of individual components of each procedure.

**Results:** We observed 44 upper endoscopic procedures at four outpatient clinics. Pre-procedure (preparation and pre-medication), procedure (from intubation to extubation) and post-procedure (recovery and cleaning) accounted for 34.1%, 10.6% and 54.4% of the total time, respectively. Of the overall total time intervals (mean: 4453 person-seconds), 29.3%, 14.4% and 55.7% of the total time was devoted to pre-procedure, procedure and post-procedure, respectively. The post-procedure was the most time- and labor-consuming component from the viewpoints of both total time and labor cost.

**Conclusions:** Most of the time taken to complete endoscopic gastric cancer screening is consumed by preparation, pre-medication and post-procedures in which nurses play key roles.

**Citation:** Goto R, Arai K, Kitada H, Ogoshi K, Hamashima C (2014) Labor Resource Use for Endoscopic Gastric Cancer Screening in Japanese Primary Care Settings: A Work Sampling Study. PLoS ONE 9(2): e88113. doi:10.1371/journal.pone.0088113

**Editor:** Yoshio Yamaoka, Veterans Affairs Medical Center (111D), United States of America

**Received:** June 5, 2013; **Accepted:** January 3, 2014; **Published:** February 11, 2014

**Copyright:** © 2014 Goto et al. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

**Funding:** This study was supported by Grant-in-Aid for Cancer Control from Ministry of Health, Labor and Welfare of Japan (Grant number 22-21). The funders had no role in study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

**Competing Interests:** The authors have declared that no competing interests exist.

\* E-mail: goto.rei.7w@kyoto-u.ac.jp

## Introduction

Gastric cancer was the second most common cause of cancer death in Japan during 2011 [1]. Since 1983, the Japanese government has sponsored a mass screening program with photofluorography. Guidelines for gastric cancer screening that were developed in 2006 recommend photofluorography for population-based screening [2].

Upper-gastrointestinal endoscopy is another screening method that is routinely applied in Japanese hospitals and out-patient clinics, and several municipalities have provided financial support for endoscopic screening programs. If endoscopic screening can be proven to effectively reduce cancer mortality rates, programs will be introduced for population-based screening. If so, then the ageing population and the diffusion of technological endoscopy are likely to foster an increase in the demand for endoscopic screening. However, an effective cancer screening program is required that is within the constraints of budgets and regional medical labor availability.

How workers use time for each process can be determined and then resources can be efficiently allocated within manufacturing and service industries. Healthcare has also begun to use time studies to evaluate the activities of physicians and nurses [3]. Although endoscopic departments in hospitals have improved internal processes using this method, only a few studies of these issues have been published [4] and details of endoscopic procedures in the primary care setting are unknown. Furthermore, the literature has not described the activity of nurses or how they devote time to procedures.

The present study aimed to clarify workflow processes during upper endoscopic screening programs particularly in the primary care setting to improve the productivity of such programs.

## Methods

### Work sampling method

We assessed the resources used in upper endoscopic gastric cancer screening using work sampling. This statistical method of

analyzing work activities allows estimates of the proportions of time dedicated to various elements of work [5]. Since work sampling as a method for measuring work efficiency can evaluate the activities of multiple participants, non-repetitive work cycles and long cycle times, not only manufacturing processes with conveyor lines but more complex activities such as banking operations, research and development management, and health-care services have been assessed using this method [6]. Endoscopic assessments proceed concurrently with other clinical practices in most Japanese primary care settings. The work cycle of endoscopic procedures is not repetitive and continuous because it is influenced by other activities. In this situation a sampling method is less tiresome and tedious for observers than direct and continuous time-motion studies, although accuracy might be limited within a given degree of statistical validity. We selected the sampled clinics theoretically rather than randomly to understand the structure and efficiency of endoscopic practice.

### Study locations

This study proceeded at four primary care clinics in Niigata City, which is the prefectural Capital of Niigata Prefecture with a population of 811,000. The age-adjusted mortality rate of gastric cancer in Niigata Prefecture is 12.9 per 100,000 persons, which is slightly higher than the national rate of 11.0 per 100,000. Patients in Japan can freely choose between attending a physician's clinic or a hospital. All such clinics profess a specialty and also provide primary care [7]. A clinic offering a gastroenterology specialty is usually equipped with a system for upper endoscopy. Thus, this procedure is routinely applied in primary care settings.

Some municipalities including Niigata city provide financial support for endoscopic cancer screening. Residents of Niigata city who are aged 40,  $\geq 45$  or  $\geq 50$  years can access endoscopic gastric cancer screening with some out-of-pocket expense according to age and insurance status. Those who are not the targets of this program can also access endoscopic procedures under the social health insurance system, irrespective of symptoms [8].

### Work sampling tools

Activities in a work sampling analysis are recorded in a tabular or matrix form in which each activity falls under several categories. To formulate the work sampling tool, we (RG and KA) preliminarily observed and classified the workflow of two gastrointestinal endoscopic procedures into several components as follows.

- Preparation: Before the first procedure of the day, nurses prepare the endoscope and other needed materials, and conduct operation checks in endoscopy suites and recovery rooms (usually adjoining the suite). Between procedures during the day, nurses change the scope and prepare consumable supplies such as flat sheets, cups and pre-medications.
- Pre-medication: Nurses accompany patients to pre-procedure rooms. Written, informed consent is generally obtained in advance because the patients are usually regular. A nurse explains the procedure and then oral local anesthetic drugs are provided along with other pre-medications such as anticholinergic drugs and deforming agents when deemed necessary. Intravenous (IV) sedation is not used in publicly-supported screening programs. The patients are then transported to the endoscopic suite after a few minutes when the pre-medications have taken effect.
- Procedure: A nurse calls the physician to the room to start the procedure. Biopsies are sometimes performed if pathological findings are suspected.
- Post-procedure: The patients are taken either to a recovery room or to a waiting room, while nurses clean the suite and wash the scope using an automatic washing machine if available. After the last procedure of the day, the endoscope is washed and sterilized with methanol, which takes longer than washing between procedures.

Preparation and pre-medication usually overlap or concurrently proceed in separate rooms. We sub-categorized the procedural elements into pre-procedure (preparation+premedication), procedure and post-procedure. Figure 1 shows the time sequence of these categories. The physician participates only in the procedure. Physicians complete a short standardized diagnostic report outside the endoscopy room immediately after the procedure. The results are explained during regular consultations. The time spent by physicians outside the endoscopy room was not included in this analysis.

### Data collection

Data were collected by AK who has a postgraduate degree and HK who is a doctoral candidate specializing in management and work sampling methods. We selected four of the primary care clinics that participated in screening programs supported by the local government. All are solitary practices, which comprise the most popular type of practice in Japan. All procedures were directly observed by a single person who completed a work sampling sheet created based on the procedural components described above. The time when each component started and ended and those who conducted it were recorded. The number and duration of waiting times and discontinuities were also recorded.

The total procedural duration was classified as follows. Processing time constitutes the bulk of the activities of doctors and nurses including setup time and run time. Wait time is defined as the amount of time spent by doctors and/or nurses waiting for others to complete their activities, for example, the time frame necessary for the onset of action and/or running an automatic washer. Idle time refers to activities during this interval other than endoscope-related procedures such as the time taken to examine other patients or the amount of time spent waiting for the patients' bathroom to become vacant. Because endoscopic inspections proceeded in parallel with regular consultations at clinics, we excluded idle time from the analysis and defined total duration as the sum of processing and wait times.

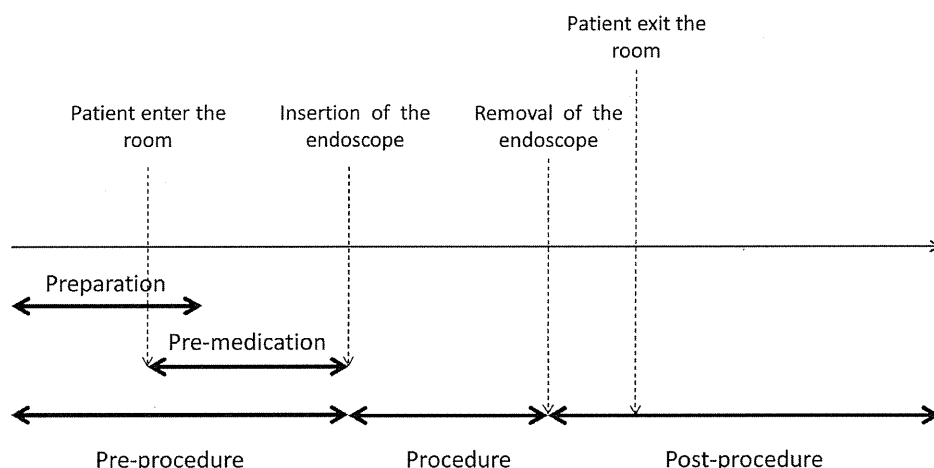
We also recorded the number of staff involved in each procedure. The unit labor cost of physicians and nurses can be calculated using the salaries and working hours reported by the Basic Survey of Wage Structure [9]. The hourly wage of physicians and of nurses is 5,474 JPY (60.8 USD) and 2,340 JPY (26.0 USD), respectively. Total labor time and cost incurred for each component of endoscopic procedures are also reported.

### Data analysis

Differences in time intervals were analyzed using ordinal least squared regression. Age, the use of transnasal endoscopy, simultaneous biopsies and the first and last procedures of the day were assumed to impact time intervals according to the observations. Moreover, random coefficient regression was estimated to allow clinic heterogeneity to affect parameters. We considered a  $p$  value of  $<0.05$  to be statistically significant.

### Ethics statement

An endoscopist explained the procedure to patients, and then written, informed consent was obtained from all patients. All



**Figure 1. Sequence of endoscopic procedure.** Preparation includes setting up endoscope and other materials. During pre-medication, a nurse explains the procedure and local anesthesia, anticholinergic drug and deforming agent are administered. During post-procedure, nurses clean the suite and wash the scope. Physicians participate only in procedure. doi:10.1371/journal.pone.0088113.g001

clinics that participated in this study used the same consent form. The institutional review board at the National Cancer Center approved the present study on October 1, 2010.

**Results**

We observed 44 upper endoscopic procedures at four outpatient clinics between August 30 and September 9, 2011. A physician ran the practice and two to four nurses worked at each clinic. The median weekly numbers of outpatient consultations and upper endoscopies were 676 and 19.7, respectively. Table 1 provides descriptive data about of the patients. The mean (SD) age was 63.9±9.2 years, and 16 (36.4%) were male. Our samples included younger and more male patients to be comparable with the age and sex distribution of the entire screened population [10].

Among the four physicians in the present study who performed endoscopic procedures, three were certified as endoscopic specialists by the Japan Gastroenterological Endoscopy Society. Transnasal endoscopy was applied in 9 (20.5%) procedures. At least two nurses usually participated in pre- and post-procedures and one assisted the physician during procedures. Thus, the actual number of involved nurses must be included in estimates of total labor cost, particularly the pre- and post-procedural components.

**Table 1. Descriptive statistics.**

	Total (n = 44)
Standard deviation of age	9.21
Male patients (%)	36.36
Transnasal Endoscopy (n)	9
Biopsies (n)	2
Mean number of nurses (n)	
re-procedure	1.35
rocedure	1.02
ost-procedure	1.54

doi:10.1371/journal.pone.0088113.t001

Table 2 shows time intervals as well as the total time intervals that include the number of simultaneously engaged workers. Total time intervals were thus calculated as the product of time intervals and the number of workers. The mean pre-procedural, procedural and post-procedural time intervals were 1022 316.3 and 1629 seconds, respectively, which accounted for 34.1%, 10.6% and 54.4%, respectively, of the mean total time interval of 2996 seconds. When the first and the last procedures were not required, less time was spent on all three components. The relative standard deviations (SD/mean) were 69.8%, 26.4% and 50.7%, respectively. The time interval of the procedure varied the least among the three components.

The mean pre-procedural, procedural and post-procedural total time intervals t were 1305, 642.8 and 2482 person-seconds, respectively, which accounted for 29.3%, 14.4% and 55.7%, respectively, of the mean total time interval of 4453 person-seconds.

Table 3 describes the labor cost of each component. The mean pre-procedural, procedural and post-procedural labor costs were 792 JPY (8.80 USD if 1 USD = 90 JPY), 679.3 JPY (7.55 USD) and 1508 JPY (16.8 USD), respectively, which accounted for 26.5%, 22.7% and 50.4%, respectively of the mean overall total labor cost of 2991 JPY (33.3 USD). Thus, post-procedure was the most time and labor consuming component, followed by the pre-procedure and procedure from the viewpoints of time, total time or labor cost.

Table 4 shows the results of the OLS regression of time intervals. The significant intercept shows that some time intervals are needed in each procedure irrespective of confounding factors analyzed here. Transnasal endoscopic screening pre-procedures and procedures take significantly longer, although time intervals over the total procedure did not significantly differ. The age of the patients did not significantly affect time intervals. The first procedure of the day took significantly longer only during the pre-procedure. The final post-procedure and total procedure of the day were both significantly longer. The OLS regression produced rather high adjusted R<sup>2</sup> values, indicating that these variables can explain fine variations in time intervals. Table 5 shows random coefficient regression at the clinic level. We allowed for stochastic heterogeneity in model parameters for the patients at

**Table 2.** Time intervals of components.

	Time Intervals (s)		Total time intervals (person-seconds)	
	All samples (SD, range) n = 44	Samples without First and last of the day (SD, range) n = 26	All samples (SD, range) n = 44	Samples without First and last of the day (SD, range) n = 26
Pre-procedure	1022 (713, 140–2922)	923.2 (697, 140–2922)	1305 (867, 162–3002)	1144 (778, 162–2922)
Procedure	316.3 (83.5, 190–535)	304.4 (80.3, 190–535)	642.8 (193, 380–1311)	608.9 (161, 380–1070)
Post-procedure	1629 (826, 286–3526)	1449 (673, 287–2859)	2482 (1728, 297–7052)	2066 (1351, 317–5718)
Total	2996 (1262, 735–6460)	2676 (1179, 735–4695)	4453 (2261, 1211–10076)	3818 (1929, 1211–7489)

Note: Total time interval is the product of time intervals and number of workers. These intervals reflect number of simultaneously engaged workers and time intervals of each worker.

doi:10.1371/journal.pone.0088113.t002

each clinic, except for age. We adopted this method to determine whether heterogeneity among clinics such as the number of endoscopes, nurses or rooms associated with each procedure would affect the findings shown in Table 4. Although the *t* values decreased, the results were similar between Tables 4 and 5.

## Discussion

This sampling study investigated the time and labor resources devoted to endoscopic gastric cancer screening in four primary care settings. This method is very helpful for evaluating the activities of physicians and nurses. It has been applied to enhance the efficiency of labor force input from a management perspective and to estimate actual time costs of fundamental information with which to economically evaluate health care [11].

Our main findings are as follows. Firstly, physicians are engaged only in scope intubation and nurses performed all other procedures such as pre-medication preparation and cleaning up. Secondly, procedures during which an endoscope is intubated accounted for about 10% of the time interval of the entire procedure. Thirdly, the post-procedure was the most time and labor consuming component, followed by the pre-procedure and procedure from the viewpoints of total time and labor cost. Fourthly, the pre-procedure and procedure takes significantly longer for transnasal endoscopic screening.

Primary care physicians in Japan are reimbursed under a uniform fee-for-service schedule of public health insurance. Local government contracts with a local medical association using the reimbursement rates for upper endoscopic tests as the benchmark for setting prices. The reimbursement rate for upper-gastrointestinal

endoscopy in the 2010 tariff was 11,400 JPY (127 USD). Therefore, the total labor cost of 2,991 JPY (33.3 USD) accounted for 26.2% of the marginal revenue for this procedure. If a biopsy is performed, 3,000 JPY (33.3 USD) is also reimbursed. The total labor cost is increased by adding the amount of time required to complete the biopsy (143.4 seconds). Thus, the total labor cost of 3,301 JPY (36.7 USD) accounted for 22.9% of the marginal revenue for this procedure. The Japan Medical Association Research Institute reported in 2010 that the labor cost is 52.3% of the total revenue in primary care clinics [12]. Endoscopic gastric cancer screening is a less labor-intensive procedure on average.

Nursing is also important in the provision of endoscopic tests. The pre- and post- procedures account for most of the time spent on the entire procedure. The provision of endoscopic services would be more efficient if more than one nurse is involved. However, the shortage of nurses is a social problem in Japan [13]. The procedure, in which physicians are always involved, is the least varied component in terms of time intervals. The actual testing procedure is in fact more standardized than the pre- and post- procedures. This indicates that nurse education and the standardization of nursing activities could offer some room for efficiency improvement. Investment in capital resources to relieve workload could also improve efficiency. Examples are the introduction of automated washing devices for endoscopes during the post-procedure or employing staff to perform such tasks that do not require medical training.

Labor cost is mainly considered in this paper. Other types of cost include consumables such as medicines, syringes and flat sheets, fuel and light, capital items such as endoscopic equipment, and overhead costs such as administration and rent. In general, average capital costs are decreased by the efficient use of capital resources. Harewood et al. [4] suggested several measures to improve turnover in endoscopic suites based on a time-and-motion study. Yong et al. [14] noticed delays in the procedure as an important source of inefficiency. Here, we assessed workflow in primary care settings where other routine medical practices proceed in parallel. To improve the use of capital resources by increasing the number of endoscopic tests might not be feasible if the total number of outpatients is sufficiently high.

This study has several limitations. The representativeness of the data might not be assured in this study, only a few municipalities

**Table 3.** Labor cost of components.

	Labor cost (JPY; SD, range)
Pre-procedure	792.6 (537, 98.42–1824)
Procedure	679.3 (191, 404.3–1195)
Post-procedure	1508 (1050, 180.4–4284)
Total	2991 (1424, 972.2–6519)

Note: JPY, Japanese Yen.

doi:10.1371/journal.pone.0088113.t003

**Table 4.** OLS regression of time intervals.

Variables	Pre-procedure		Procedure		Post-procedure		Total procedure	
	Estimate	t-statistics	Estimate	t-statistics	Estimate	t-statistics	Estimate	t-statistics
Intercept	1621.28*	-2.47	187.78*	2.68	1768.49*	2.09	3278.44†	2.95
Age	-7.36	-0.80	2.18*	2.27	2.11	0.18	1.61	0.11
Transnasal dummy	779.88†	3.15	97.49‡	3.71	-71.83	-0.23	857.65*	2.16
Biopsies dummy			143.40‡	3.82			1435.60*	2.36
Dummy variable: first procedure of the day	389.90*	2.07					163.18	0.54
Dummy variable: last procedure of the day					1261.68‡	5.07	842.11*	2.43
Adjusted R <sup>2</sup>	0.5874		0.6451		0.4962		0.6646	
F-statistic	10.73‡		13.72‡		7.90‡		11.16‡	

Note: Regression model included dummy variables of clinics (not reported).

\*p<.05,

†p<.01,

‡p<.001.

doi:10.1371/journal.pone.0088113.t004

support endoscopic cancer screening and we collected data from only four clinics in a specific region. We observed time cost only in endoscopy rooms. Physicians provide detailed explanations about screening procedures and obtain written, informed consent and they can prepare documents in advance because the patients are usually regular. They also complete simple diagnostic reports at their workplace. Another time cost concerns administration of the entire screening program. All diagnoses made by endoscopists are confirmed by other specialists after collecting films and image files. Time costs outside the endoscopy room should be considered when discussing the efficiency of the program overall.

We might not have considered some confounding factors. Our observations were derived from screened individuals who were generally healthy. However, some comorbidities might have impacted the results. For example, difficulties in locomotion might prolong pre- and post-procedures regardless of nursing assistance. Variables associated with the experience of physicians and nurses

were not fully considered. Further investigations of larger samples are required.

We did not consider clinical outcomes such as the prevalence of complications and other measures of the quality of care. Short time intervals during endoscopic screening tests do not always guarantee good practice.

We did not consider cancer screening in the hospital setting. If hospitals could deliver this procedure more efficiently, providing this service in the hospital setting would be more effective from the viewpoint of healthcare costs. However, primary care clinics offer the advantage of reducing travel and time costs for patients. The institutions that could deliver endoscopic cancer screening programs would depend on the distribution of functions between hospitals and clinics. If regional hospitals must concentrate on high-level care, labor costs could be saved by leaving screening services to primary care clinics.

**Table 5.** Multilevel regression of time intervals.

Variables	Pre-procedure		Procedure		Post-procedure		Total procedure	
	Estimate	t-statistics	Estimate	t-statistics	Estimate	t-statistics	Estimate	t-statistics
Intercept	940.85	1.66	288.97‡	3.13	2208.34‡	3.45	2046.01‡	3.18
Age	-2.83	-0.31	-0.03	-0.02	-13.55	-1.43	6.77	0.66
Transnasal dummy	729.26†	2.10	122.56 <sup>§</sup>	8.01	76.38	0.35	1027.96 <sup>§</sup>	5.01
Biopsies dummy			168.44†	2.25			779.43	1.03
Dummy variable: first procedure of the day	244.7	1.38					206.9	0.90
Dummy variable: last procedure of the day					1159.30‡	3.05	779.43*	1.80
AIC	632.79		463.03		662.14			

Note:

\*p<.1,

†p<.05,

‡p<.01,

§p<.001.

doi:10.1371/journal.pone.0088113.t005

In conclusion, the present findings highlight the importance of the amount of time consumed during the preparation, pre-medication and post-procedural components of endoscopic gastric cancer screening in which the contribution of nurses is quite important.

## References

1. Foundation for Promotion of Cancer Research (2011) 2011 Cancer statistics in Japan [in Japanese]
2. Hamashima C, Shibuya D, Yamazaki H, Inoue K, Fukao A, et al. (2008) The Japanese Guidelines for Gastric Cancer Screening. *Japanese Journal of Clinical Oncology* 38: 259–267.
3. Tipping MD, Forth VE, Magill DB, Engiert K, Williams MV (2010) Systematic review of time studies evaluating physicians in the hospital setting. *Journal of Hospital Medicine* 5: 353–359.
4. Harewood GC, Chrysostomou K, Himy N, Leong WL (2008) A “time-and-motion” study of endoscopic practice: strategies to enhance efficiency. *Gastrointestinal Endoscopy* 68: 1043–1050.
5. Groover P (2007) *Work systems and the methods, measurement and management of work*. Prentice Hall.
6. Aft LS (2000) *Work measurement and methods improvement*.: Wiley.
7. Ikegami N, Campbell JC (1999) Health care reform in Japan: the virtues of muddling through. *Health Affairs* 18: 56–75.
8. Leung WK, Wu MS, Kakugawa Y, Kim JJ, Yeoh KG, et al. (2008) Screening for gastric cancer in Asia: current evidence and practice. *The Lancet Oncology* 9: 279–287.
9. Ministry of Health Labour and Welfare (2011) the Basic Survey on Wage Structure “*Chingin kozo kikon toukei hyosa*” [in Japanese].
10. Ogoshi K, Narisawa R, Kato T, Fujita K, Sano M (2010) Endoscopic screening for gastric cancer in Niigata City. [in Japanese] *Endoscopic Forum* 26: 5–16.
11. Drummond MF, Sculphre MJ, Torrance GW, O’Brien BJ, Stoddart GL (2005) *Methods for the Economic Evaluation of Health Care Programmes* Oxford University Press.
12. Japan Medical Association Research Institute (2012) A dynamic analysis base on the TKC indicator of medical management [in Japanese].
13. Sawada A (1997) The Nurse Shortage Problem in Japan *Nurs Ethics* 4: 245–252.
14. Yong E, Zenkova O, Saibil F, Cohen LB, Rhodes K, et al. (2006) Efficiency of an endoscopy suite in a teaching hospital: delays, prolonged procedures, and hospital waiting times. *Gastrointestinal Endoscopy* 64: 760–764.

## Author Contributions

Conceived and designed the experiments: RG KA HK KO CH. Performed the experiments: RG KA HK KO. Analyzed the data: RG KA HK. Contributed reagents/materials/analysis tools: RG KA HK KO CH. Wrote the paper: RG KA HK KO CH.



## 診療所における内視鏡胃がん検診数の決定要因

後 藤 勲<sup>1)</sup> 新 井 康 平<sup>2)</sup> 謝 花 典 子<sup>3)</sup> 濱 島 ち さ と<sup>4)</sup>

【目的】 内視鏡胃がん検診を診療所レベルで実施する際に、どのような資源が検診数に影響しているのかを検証する。

【方法】 診療所レベルでの内視鏡胃がん検診を10年前後に渡り、実施してきた鳥取県米子市と新潟県新潟市の診療所に郵送質問票調査を実施した。人的資源、物的資源、医師の特性、といった変数を説明変数として測定し、週当たりの検診数を被説明変数としたポアソン回帰を行った。また、各診療所の今後の検診件数増加の意向についても調査した。

【結果】 消化器内視鏡学会専門医の有無と医師の年齢を除けば、主には物的資源が検診数に有意に影響を与える変数となった。ここで物的資源の変数は、内視鏡本数、全自動洗浄機の保有、専用内視鏡室の有無などから構成されており、いずれも検診数を増加させる要因だった。

【結論】 内視鏡検診の件数増加については、物的資源への投資の有効性が示唆された。

キーワード：がん検診、胃がん、内視鏡、人的資源、物的資源、ポアソン回帰

### I. 緒 言

胃がんは、2011年の死亡数が男性では肺がんが続いて第2位、女性では大腸がん・肺がんについて3位、2007年の罹患者数が男性では第1位、女性では第3位である<sup>1)</sup>。1983年からは老人健康保健法の下、40歳以上の住民全員に対策型検診として主としてX線検診が行われている。

検診受診率について、国民生活基礎調査から推定された受診率をみると、2010年で男性34.3%、女性26.3%と低く<sup>2)</sup>、2007年に策定された「がん対策推進基本計画」では、これを50%以上にすることが掲げられている。

検診によって胃がんの死亡率を低下させるために

は、死亡率減少効果のある検診をより多くの住民に供給する必要である。海外では、受診率向上のために様々な取り組みが行われており、その効果に関する研究も蓄積されている<sup>3)</sup>。日本でも、がん検診の需要面に関して、検診費用の低下や受診勧奨、個別検診が受診需要を高めるという研究がある<sup>4-6)</sup>。特に高久(2011)では、個別検診の普及が受診率を向上させるという結果を見いだしている<sup>6)</sup>。

個別検診は、地域医師会が中心となり個々の医療機関の協力の下で行われることが多い。しかし、受診者が増加したとしても、個別検診増加に対応できるかは、医療機関の供給能力に依存する。したがって、需要増加に供給体制が追いつかなければ、実際に受診率向上ができるかどうかは不明確である。

X線検診については、現在でもその供給能力が疑問視されている。一般臨床現場での胃がんに関する検査技術は、1980年代後半にすでに内視鏡が主役となっており、現在では胃X検査を行う医師や検

<sup>1)</sup> 京都大学 白川センター・経済学研究科

<sup>2)</sup> 群馬大学 社会情報学部

<sup>3)</sup> 山陰労災病院 消化器内科

<sup>4)</sup> 国立がん研究センター がん予防・検診研究センター

査技師は高齢化している<sup>7)</sup>。一方、医療施設調査（静態）による上部消化管内視鏡検査の患者数<sup>8)</sup>をみると、1ヶ月間での保険・非保険合わせた患者数は、2002年で85万件であったものが、2008年には91万件に増加している。

内視鏡検査についてのもう一つの特徴は、診療所での普及がめざましいことである。2008年の91万件のうち、病院で53万件、診療所で38万件と総数では病院の方が多いが、2002年に比べると、病院では3%件数が減少しているものの診療所では24%増加している。このように、胃内視鏡検査の供給場所として、診療所の重要性が増している。受診者が近くの診療所で検診を受けられることは、利便性が高い。検査技術の診療所への普及拡大と受診者の利便性を考えると、地域における診療所も含めた検診体制構築は、内視鏡を用いた胃がん検診の重要な選択肢といえる。

現在でも自治体の中には、地元医師会との協力により、診療所での内視鏡検診を行っているところがある。2009年1月時点では、全国の自治体の11.7%にあたる212自治体で内視鏡胃がん検診が行われていた<sup>9)</sup>。

本稿では、長期間にわたり内視鏡検診プログラムを継続している、鳥取県米子市と新潟県新潟市の診療所へのアンケート調査を用い、内視鏡胃がん検診の供給（検診数）の決定要因を明らかにすることを試みる。

## II. 対象・方法

### A. 両市の内視鏡胃がん検診の概要

本論文では、自治体が内視鏡検診に費用補助を行っている、鳥取県米子市と新潟県新潟市の検診医療機関に対し、郵送質問票調査を行った。まず、両市の内視鏡検診の現状について、簡単に説明する。

米子市は2000年度より、新潟市は2003年度より地域医療機関における内視鏡胃がん検診が導入されている<sup>10,11)</sup>。表1に、両市の内視鏡検診概要についてまとめている。両市の検診システムの大きな違いは、新潟市が年間を通して施設検診を行っているのに対して、米子市は7月から12月までの半年間に集中させていることである。対象年齢は米子市の方が40歳以上としており、新潟市よりもいくぶん幅広い。両市とも、検診担当医と読影委員会でのダブルチェックを義務化している。胃がん検診総数に対して、米子市では77.0%が、新潟市では45.8%が内視鏡検診となっている。

2008年度より全市町村共通で推計対象者数〔市町村人口-（就業者数-農林水産業従事者数）〕を算出し受診率を計算することが、厚生労働省「がん検診評価に関する委員会」において提案されている。本稿では、両市の推計対象者数を分母とし、両市で報告されている内視鏡・X線検診受診者数の和を分母として胃がん検診受診率を計算した。X線検診を含めた胃がん検診の受診率は米子市28.1%、新潟市30.3%であった。

### B. 対象

郵送自記式調査票を送付した医療機関のリスト

表1 両市における内視鏡胃がん検診の現状

	米子市	新潟市
住民検診開始	2000年	2003年
対象年齢	40歳以上	40歳・45歳・50歳以上
自己負担金(2011)	3,300円 (70歳以上は1,100円)	3,400円 (国保加入者は1,700円60歳以上は無料)
実施期間	7月～12月	通年
検診結果のダブルチェック	検診医・読影委員会委員の ダブルチェックの義務化	検診医・読影委員会委員の ダブルチェックの義務化
内視鏡検診数(2007年)	9,409件	28,715件
総検診数に対する 内視鏡検診の割合(2007年)	77.0%	45.8%
受診率(2009年 X線検診含む) *分母は、全市町村共通の推計対象者数	28.1%	30.3%
人口(2005年)	149,584人	813,847人

は、医師会名簿に基づいて両市の内視鏡胃がん検診プログラムに参加する全施設を抽出した。リストに従い、米子市は2010年10月に、新潟市は2010年11月にそれぞれ調査票を送付した。送付数は米子市55、新潟市141の合計196医療機関である。回収は郵送により行った。なお、本研究は国立がん研究センター倫理委員会の承認を受けた。

### C. 検診数に影響を与える要因の仮説設定

ある診療所の検診数に影響を与える要因はなんだろうか。経済学的には、内視鏡検診のようなサービスの生産関数は、労働投入量と資源投入量の関数として表現される。そこで、診療所の検診数に影響を与える要因として、人的資源と物的資源を想定した。これら両資源の具体的な項目は、アンケート調査実施前の2010年の8月に米子市において2人の検診施行医に対して予備的なインタビュー調査を行い、また実際の内視鏡検診を観察することでいくつかの仮説を設定した。

人的資源には、医師、看護師、そして事務職員の数があがる。人的資源の1つめの要素である「医師数」は内視鏡検診を実施する主体であり、検診数決定の基本的な要因の一つであるといえる。医師数が検診数を規定するかどうかについては、必ずしもそうではない可能性もある。なぜならば、質問票作成のために実施された事前の観察調査では、準備や洗浄などの後片付けを含む内視鏡胃がん検診全体に必要とされる時間は30分から45分ほどだった。一方、実際に医師が検診を行う時間は10分程度で、診療所間の差もそれほどなかったからである。したがって、複数の内視鏡検査室を保持する診療所でない限り、医師数の検診数に与える影響は限定的である可能性がある。

一方、看護師は内視鏡胃がん検診に必要とされる時間のほぼ全てに関与していた。そこで、人的資源の2つ目の要素として「看護師数」を設定する。ただし、事前の観察調査では、看護師の作業は他の診療行為と並行して実施されるものが多いという特徴があった。特に準備作業や事前の投薬、全自動洗浄機による洗浄や片付けは他の診療行為の合間に実施されるものが多く、また、複数の看護師間で代替しながら作業を進めるという場合が多かった。この点からは看護師数は、影響要因としては限定的である可能性もある。

医師数と看護師数は人的資源の数量に関する変数であるが、人的資源の質についても考慮する必要がある。人的資源の質の例として、消化器内視鏡学会の専門医が診療所にいるかどうかのダミー変数を設定した。また、医師自身が胃内視鏡検診について慣れているかどうか検診数を左右する要因といえる。これについては、客観的な回答を引き出すため、自治体からの委託以前から胃内視鏡検診を実施していたかどうか（「委託前の胃内視鏡検診実施ダミー」変数）を設定した。「院長年齢」が検診件数に与える影響は正負双方の可能性はある。それは、症例蓄積による内視鏡検診効率の上昇と、体力的な問題での検診効率低下である。双方の影響をみるために「院長年齢」は二乗項も含めて分析を行った。

物的資源についても、観察調査の結果、検診数の決定要因となるのは、多くの場合洗浄作業であることが観察されたため、洗浄中の内視鏡とは別にもう一本内視鏡があるかどうか効率的な検診に影響していた。そこで「内視鏡本数」を物的資源の要素として設定した。

また、胃内視鏡が経口であるか経鼻であるかで作業時間が異なることも観察された。経鼻内視鏡は前処置段階でかかる時間が相対的に長いいため、一定時間に行うサービス数という意味での作業効率性が若干落ちると推測された。そこで「経鼻内視鏡本数」も変数として設定した。

「全自動洗浄機の有無」も洗浄時間を短縮し、看護師や事務職員などの業務を軽減するうえで重要となる。全自動洗浄機ではなく浸漬槽などを用いた場合、浸漬時間が余分に発生し看護師や事務職員による手洗いが必要であるため、洗浄時間が数十分長引いてしまう。結果、待ち時間が長くなるとともに職員の作業時間も長くなる、という問題があるからである。よって、全自動洗浄機を保有しているかどうか変数として測定した。そして、物的資源の最後の要素に「専用内視鏡室設置の有無」を設定した。これは、前投薬等の手待ち時間の分散を吸収するうえで、専用室があるのとないのでは効率性が異なると推定されたことによる。専用室がない場合、前投薬が数分長引いただけでも検診が他の診療待ちになることがあったのに対して、専用室がある場合は、他の診療との相互依存性は低くなる。その結果として、効率的な検診が可能になる可能性が高いといえる。

人的資源や物的資源の他にも、検診数に影響を与える要因をコントロールする必要がある。米子と新潟は地域要因も違うため、「米子ダミー」変数を設定した。内視鏡検診以外の診療の労働負担をコントロールするため「外来患者数」を設定した。この変数は、質問時の直近1週間の実数を用いている。また、両市とも直接X線による胃がん個別検診が行われている。胃X線検診を行っている診療所では、両技術が代替的であれば、胃内視鏡検診数が相対的に減少すると考えられるため、この「胃X線検診数」も変数として設定している。

いくつかの診療所では効率的な検診運営を行うために、胃内視鏡検診日を固定して検診するという実践がみられた。この成果を確認するために「内視鏡検診日固定ダミー」という変数も設定した。

#### D. 被説明変数と推定方法

被説明変数である検診数の測定方法については、なるべく正確な把握を目指すため、質問票送付日から1週間を遡って日ごとに検診数を記録する方法をとった。これら1週間分を事後的に合計したものが「検診数」変数である。なお、この検診数には、保険診療として行った内視鏡件数は含まれない。

被説明変数の検診数はカウントデータであるため、推定方法はポアソン回帰を用いる。

#### E. 内視鏡検診数増加の意向

ここまでの議論は、調査時点での検診件数に関する分析であった。そこで、今後の件数増加について、増加を希望するかと、現有のスタッフ数と設備を前提にして増加が可能であるかを5段階で問う変数を設定した。選択肢は、増加希望に関してが、1:希望する～5:希望しない、増加可能性に関してが、1:可能である～5:増加可能でないである。

なお、本分析には、統計解析ソフトウェアのR(ver.

2.14.0)を用いている<sup>12)</sup>。

### III. 結 果

調査対象数と回収率については、表2の通りである。

質問票を送付した196医療機関のうち、回答があったのは147機関であり回収率は75.0%となった。なお、両市の回収率には統計的な有意差はない。回答があった医療機関のうち、病院やすでに内視鏡胃がん検診の委託先から離脱した診療所も含まれていたため、それらを除いて、最終的には120診療所の回答を分析対象とした。

サンプルの記述統計量は次の表3のとおりである。診療所は平均して医師が1.3名、看護師が2.7名、事務職員数が2.3人という結果となった。看護師のほぼ全員が内視鏡検診に関わっていたが、事務職員が関わる場合は例外的であった。院長の年齢は平均57歳であった。また、消化器内視鏡学会の専門医がいる施設の割合は25.0%となった。

内視鏡の本数は平均1.9本であり、1本の内視鏡で検診を行っている施設も4分の1以上は見られた。全自動洗浄機を置いている診療所は7割にのぼり、半分程度の診療所で専用内視鏡室での検診を行っていた。

回答一週間前の週当たり外来患者数は平均313人であった。内視鏡検診の件数は平均1週間あたり7.7件であった。胃X線検診を全く行っていない診療所は70診療所(全体の58.3%)であった。

続いて、前節で示した説明変数群を用いた回帰分析の結果を示す。パラメータの推定結果は表4のとおりである。

分析結果から、次の6点が示された。まず1点目は、人的資源について、単にその数量は検診件数に影響を与えず、学会専門医がいるかどうか(0.244,

表2 調査対象数と回収率

	合計	うち、米子	うち、新潟
送付数	196	55	141
回収数(回収率)	147(75.0%)	38(69.1%)	104(73.8%)
(うち、除外数 <sup>*)</sup> )	(27)	(2)	(20)
最終サンプルサイズ	120	36	84

除外理由としては、内視鏡胃がん検診の委託先からの離脱、診療所ではなく病院、がある。地域により回収率に差があるのかについて検定したところ、カイ二乗値=0.119 ( $p=0.730$ )で、地域別の回収率に有意差はなかった。

表3 記述統計量

	平均	標準偏差	第1四分位	中央値	第3四分位
【人的資源関連の変数】					
医師数	1.325	0.97	1	1	1
(内視鏡がん検診に関わる医師数)	1.008	0.33	1	1	1
(内視鏡胃がん検診に関わる専門医数)	0.258	0.46	0	0	0.25
看護師数	2.725	2.09	2	2	3
(内視鏡胃がん検診に関わる看護師数)	2.150	1.14	1	2	3
事務職員数	2.328	1.02	2	2	3
(内視鏡胃がん検診に関わる事務職員数)	0.101	0.38	0	0	0
消化器専門医ダミー (検診担当医が消化器専門医なら1のダミー変数)	0.250	0.44	—	—	—
委託前の胃内視鏡検診実施 (有りなら1のダミー変数)	0.854	0.35	—	—	—
院長年齢 (歳)	56.92	8.79	51	55	63
【物的資源関連の変数】					
内視鏡本数 (本)	1.892	1.04	1	2	2
(うち経鼻内視鏡本数 (本))	0.65	0.80	0	1	1
全自動洗浄機設置の有無 (有りなら1のダミー変数)	0.70	0.46	—	—	—
専用内視鏡室設置の有無 (有りなら1のダミー変数)	0.50	0.50	—	—	—
【診療状況の変数】					
外来患者数 (質問時の直近1週間実数)	313.5	152.4	210.75	283.5	410.5
内視鏡胃がん検診数 (質問時の直近1週間実数)	7.683	6.85	3	6	11
胃X線検診数 (年あたり回数)	34.53	72.33	0	0	30
【その他の変数】					
米子ダミー (米子なら1のダミー変数)	0.300	0.46	—	—	—
内視鏡検診日固定の有無 (有りなら1のダミー変数)	0.267	0.44	—	—	—

表4 ポアソン回帰の結果 [被説明変数: 各診療所における週間内視鏡胃がん検診数]

変数名	係数	標準誤差	z 値	p 値
(切片)	-2.983	1.456	-2.049	0.040 *
【人的資源の数量】				
内視鏡胃がん検診に関わる医師数	0.080	0.109	0.730	0.465
内視鏡胃がん検診に関わる看護師数	-0.009	0.031	-0.299	0.765
【人的資源の性質】				
消化器専門医ダミー	0.244	0.084	2.920	0.004 **
委託前の胃内視鏡検診実施	0.044	0.115	0.386	0.700
院長年齢	0.117	0.048	2.423	0.015 *
院長年齢の二乗	-0.001	0.000	-2.205	0.027 *
【物的資源】				
内視鏡本数	0.191	0.039	4.877	<0.001 ***
経鼻内視鏡本数	-0.150	0.053	-2.814	0.005 **
全自動洗浄機設置の有無	0.193	0.091	2.121	0.034 *
専用内視鏡室設置の有無	0.237	0.077	3.078	0.002 **
【その他の変数】				
外来患者数	0.001	0.000	5.538	<0.001 ***
胃X線検診数	-0.001	0.001	-1.902	0.057
米子ダミー	0.736	0.082	8.979	<0.001 ***
内視鏡検診日固定の有無	0.011	0.089	0.122	0.903

AIC は 790.87。N=109。\* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$ , \*\*\* $p<0.001$ 。

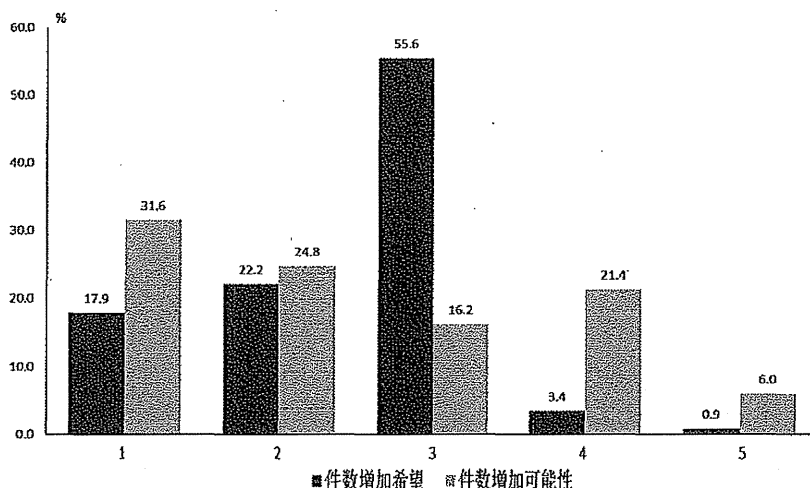


図1 内視鏡検診増加に対する意識  
データ総数は117。数字は全体に対する割合(%)を示す。選択肢は次の通り 1: 希望する/可能である 2: どちらかという希望する/どちらかという可能である 3: どちらともいえない 4: どちらかという希望しない/どちらかという可能でない 5: 希望しない/可能でない

$p=0.004$ ) が有意に件数増加と関連があった。内視鏡本数 ( $0.191, p<0.001$ ) や全自動洗浄機 ( $0.193, p=0.034$ )、そして専用内視鏡室の設置 ( $0.237, p=0.002$ ) といった物的資源の要因が全て正に有意であった。したがって、人的資源の性質や物的資源が主たる検診数の決定要因となっている可能性が示唆された。2点目は、経鼻内視鏡は経口内視鏡に比べて、有意に件数を下げる効果がある ( $-0.150, p=0.005$ ) ということである。3点目は、年齢の項が正 ( $0.117, p=0.015$ )、その二乗項が負 ( $-0.00901, p=0.027$ ) であるため、検診件数が最大となる年齢は年齢に関して微分した導関数が0となる条件から求められる。実際の数値を当てはまると  $0.117/2 \times (-0.00901) = 64.9$  である。つまり64.9歳を境に、それまでは年齢が上がれば検診数を増加させるが、64.9歳で最大となり以降は減少させる。4点目は、医師の過去の胃内視鏡検診実施の経験が検診数に有意に影響していないということから、検診プログラム参加を契機に内視鏡技術を習得した場合でも検診数は以前より内視鏡を行っていた医師と変わらない。5点目は、内視鏡検診日の固定という実践は、必ずしも検診数を増加させるわけではないということである。これは、多数の検診をこなそうという状況に対応するために診療所で考案されたものなのだが、効果があるとは言いきれない。6点目は、検診件数について米子市ダミーが正であり、米子の方が検診件数が多い ( $0.736, p<0.001$ )。表1に示したよ

うに、米子では内視鏡検診を7月から12月に限定しているため、受診者が集中するものと考えられる。

今後の検診件数の増加についての医師の意識について、現有スタッフと設備を前提にした件数の増加可能性について、56.4%の診療所で可能またはどちらかという可能と答えていた〔図1〕。一方、増加を希望するかどうかについては、希望またはどちらかという希望という回答は、40.1%と増加可能と答えている診療所より少なく、55.6%の診療所で増加を希望するかどうかについてはどちらともいえないという回答であった。

#### IV. 考 察

公的ながん検診は、科学的な根拠に基づいたものを推進するべく国内外の知見に基づいた疫学的な評価が行われている。胃がん検診では、現在胃X線検診が推奨されているが、診療技術としては胃内視鏡が普及しており、任意型の検診として胃内視鏡検診が幅広く行われている。また、独自の試みとして検診費用に補助を出している自治体もある。両市では、半分以上の診療所で胃X線検診を行っておらず、集団検診や病院での検診をのぞいた診療所での検診に限ると、両市の胃がん検診の中心はすでに内視鏡に移っていると言っても過言ではない。

最近では、内視鏡検診の死亡率減少効果に関する検討も行われている。小越らは、X線検診に比して

内視鏡検診では偽陰性率が低く、3年以内の死亡率がほぼ同じであることを報告している<sup>11)</sup>。細川らは、対策型胃X線検診受診者と任意型内視鏡検診受診者を地域がん登録と照合している。性別と年齢を考慮した結果、X線検診受診者に対して内視鏡検診受診者で有意に5年以内胃がん死亡率が低いことを報告している<sup>7)</sup>。このように、胃内視鏡検診の死亡率減少効果を示唆する研究は報告されているが、確固たる結果は得られていない状況である。

今後、内視鏡検診の死亡率減少効果についての科学的な根拠が蓄積され、対策型検診として推奨されることもあり得る。しかし、内視鏡胃がん検診は、大腸がん検診における便潜血検査のように、結果の説明以外には人的物的資源がほとんど必要でない検診とは異なり、内視鏡関連機器や検査室、洗浄装置といった物的資源と、内視鏡の行える医師や準備・介助・片付けを行う看護師と言った人的資源、双方の資源集約的な検診である。したがって、効果に関する根拠の検討、受診勧奨のための需要因子の分析と同時に、供給能力の決定要因の検討が必要となる。

本稿では、10年前後にわたり診療所中心に内視鏡検診に取り組んでいる2地域に対して、検診数を左右する要因を明らかにするため、郵送自記式調査票のデータを収集し分析した。

人的資源では、医師数や看護師数といった数量について、件数の増加に有意な影響を与えなかった。医師や看護師の不足が問題となっている現在、医師や看護師を新規に雇用するのは難しい場合が多い。内視鏡検診を増やすとしても、困難な投資ではなく、以下で述べるような別の投資を行えば十分であることを示唆している。

人的資源の性質として、消化器内視鏡学会専門医がいる診療所では検診件数が多かった。これは、専門家としてのトレーニングや医師としての臨床経験が、看護師との協働を含めて検診サービスの効率的な供給を可能としていると考えられる。また、医師の年齢については、64.9歳を境に検診件数に与える影響が増加から減少に転じた。これは、経験によるサービス効率化やかかりつけ患者の増加による検診対象者の増加という要因と、医師の高齢化による体力低下の双方の影響が混合される事によるのではないかと考えられる。しかし、現状検診プログラムに参加している施設でこれらの要素を変化させることは難しい。また、医師の年齢に応じて受け入れられ

る検診者数が異なるのであれば、年齢に応じた役割分担を行うことも可能であろう。実際の検査よりも読影の方の負担が少ないのであれば、高齢層には検査より読影への積極的な参加を促すという方向性も考えられる。

物的資源に関する変数では、内視鏡の本数、全自動洗浄機の有無、専用内視鏡室の有無は件数増加につながっていた。これら物的資源への投資は費用面での問題があるが、適切な人材を探すことができ程度の期間雇用できることが条件の人的資源への投資に比べると、一旦導入すれば供給能力は確実に増加する。短期的な需要の増加に関しては、物的資源への投資が有効であろう。経鼻内視鏡は経口内視鏡に比べて検診件数が少なかった。前処置に対する時間の差などが影響している可能性があるが、そもそも経鼻内視鏡は内視鏡挿入時の受診者の不快感・苦痛の軽減を意図しており、研究上も支持されている<sup>13)</sup>。一方、鼻出血といった経口にはない偶発症も見られる<sup>14)</sup>。検査自体の不快感や偶発症は、検診需要にも影響するため、どちらが検診として望ましいかは、供給効率性と需要への影響を総合的に判断する必要がある。

物的・人的資源と内視鏡検診数の関連では、検診数が増加したために投資を行って資源量を増やすという因果も考えられる。調査票では、内視鏡検診委託機関となったのちに人の雇用や物的資源の購入やリースを行っているかどうか質問した。新たに人を雇用した診療所数はなく、購入やリースを行った診療所数は28(23.3%)であった。物的資源に対する投資には、診断能力の高い新規技術の導入といった生産量の増加とは無関係な要因も存在するものの、検診数の増加のための物的資源への投資という因果関係を否定はできない。

今後の検診件数増加に対する医師の考えについては、半数以上の医師は今のままでの人的物的資源でも件数増加は可能であると考えているのに対し、希望している医師は、4割程度にとどまっている。増加可能性と希望が乖離している状況は、現状の資源を前提にするとすでに非常に効率的に運営されている可能性が高い。労働環境の悪化につながることなく、検診件数を増やすとすれば、物的資源への投資を進めることやそれに対する補助を行っていくことが必要であろう。

最後に、本論文における課題を列挙する。第一に、

本稿では内視鏡検診の件数に着目しているが、検診の質に関しては関心を払っていない。物的資源に投資を行って検診件数を増やしたとしても、見落としの増加や検診自体の安全性に問題が起ってしまったら意味がない。両市とも、ダブルチェックによる読影など精度管理への努力が払われている。したがって、件数が増加すると、精度管理のコストも増加することになるだろう。精度管理そのものに対する、資源投入の分析は全く手つかずである。

第二に、今回分析した検診プログラムは、受診対象者を絞り込むことを特に前提にしていない。内視鏡胃がん検診では、検診間隔や、胃がんのリスクファクターに応じた受診者の集約の可能性が提起されている。特に、後者に関してヘリコバクターピロリ菌抗体と血中ペプシノゲンという血液検査の結果によって、ハイリスク群を同定することを提唱する研究も行われている<sup>15,16)</sup>。医学的に根拠のある受診者集約の方法があれば、検診の需給バランスは大きく変化する可能性がある。

第三に、診療所における内視鏡普及率の高い日本では、すでに検診と区別することが難しい胃内視鏡検査が多く行われていると指摘されている<sup>17)</sup>。内視鏡胃がん検診プログラムを整備した結果、そうした保険診療下の検査数がどのように変化するかは不明である。保険診療科の検査数が減るとすれば、検診が増えても診療所での総内視鏡検査数は変わらず、労働負担にも変化はない。

第四に、結果の一般化可能性についてである。今回調査を行った新潟市は政令指定都市、米子市は中核市や特例市でない市である。特に、新潟市は周辺市町村の広域合併により政令市となったため、都市部から町村部までの幅広い特徴を持つ。しかし、診療所の密度など医療環境の違うところでの一般化には注意が必要である。本稿では、内視鏡胃がん検診数を決定する要因として物的資源を重視しているが、医療機関の経営状態によっては物的資源に投資することが困難な場合も考えられる。また、両市とも内視鏡胃がん検診を医師会主導で行ってからすでに10年以上たっている。知識の蓄積や医師間の情報交換などが生産の効率化に寄与する可能性もあるため、検診プログラム導入期の自治体とは異なる面があるだろう。

第五に、検診件数への需要要因の関与である。本稿では、供給者のサービス生産という面から分析を

行った。しかし、同一地域内でも人口密度や年齢構成、教育といった、がん検診需要量を決定する要因は異なる。こうした地域特性の考慮を行ってはいないが、検診機関へのアクセスのしやすさに関しては外来患者数が代理変数となっている可能性がある。

最後に、本稿では、すでに内視鏡検診プログラムに参加している診療所を分析対象とした。ある診療所が、なぜプログラムに参加するのかといった意思決定の影響要因の特定については、今後の研究課題である。

## 謝 辞

アンケート実施に対して大変なご尽力を頂戴した小越和榮先生(新潟県立がんセンター)をはじめ、本研究におけるアンケート調査に対し、貴重な時間をさきお答えいただいた新潟市と米子市の先生方に深く感謝申し上げます。また本研究は、平成22、23年度厚生労働科学研究費補助金(第3次対がん総合戦略研究事業)「内視鏡による新たな胃がん検診システム構築に必要な検診方法の開発とその有効性評価に関する研究」による補助をうけた。

## 文 献

- 1) 国立がん研究センターがん対策情報センター, <http://ganjoho.jp/public/statistics/pub/statistics01.html> Accessed 2/9, 2013
- 2) 厚生労働省, 国民生活基礎調査
- 3) Center for Disease Control and Prevention, The Community Guide: Cancer Prevention and Control, <http://www.thecommunityguide.org/cancer/index.html>
- 4) Yamada T, Yamada T, Differentials in the Demand for Health Check-up, 季刊社会保障研究, 36, 391-422, 2000
- 5) 渡辺 勲, がん検診受診行動に関する要因分析, 医療と社会, 13, 113-132, 2003
- 6) 高久玲音, 自治体はがん検診の受診率を向上させたいのか? — 個別検診の実施に関する実証分析 —, 医療と社会, 21, 249-264, 2011
- 7) 細川 治, 新保 卓, 松田 一, 他, 任意型内視鏡検診での胃がん死亡率減少効果, 日本消化器がん検診学会雑誌, 49, 401-407, 2011
- 8) 厚生労働省, 医療施設調査(静態)
- 9) 厚生労働省健康局総務課がん対策推進室, 市区町村におけるがん検診の実施状況等調査結果について, 2009, <http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/gan09/pdf/1.pdf>. Accessed 2013/4/23
- 10) 謝花典子, 濱島ちさと, 西田道弘, 他, 胃内視鏡検診の現状と今後 胃内視鏡検診の現状と有効性評価に向けた取り組み, 日本がん検診・診断学会誌, 17, 110, 2009
- 11) 小越和榮, 成澤林太郎, 加藤俊幸, 他, 新潟市住民に対する胃がん内視鏡検診, 日本消化器がん検診学会雑誌, 47, 531-541, 2009
- 12) R Development Core Team, R: A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing (Vienna, Austria), 2011



- 13) Murata A, Akahoshi K, Sumida Y, et al, Prospective randomized trial of transnasal versus peroral endoscopy using an ultrathin videoendoscope in unsedated patients, *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 22, 482-485, 2007
- 14) 小越和栄, 成澤林太郎, 加藤俊幸, 他, 新潟市住民に対する胃癌内視鏡検診, *Endoscopic Forum*, 26, 5-16, 2010
- 15) Mizuno S, Miki I, Ishida T, et al, Prescreening of a high-risk group for gastric cancer by serologically determined Helicobacter pylori infection and atrophic gastritis, *Digestive diseases and sciences*, 55, 3132-3137, 2010
- 16) Watabe H, Mitsushima T, Yamaji Y, et al, Predicting the development of gastric cancer from combining Helicobacter pylori antibodies and serum pepsinogen status : a prospective endoscopic cohort study, *Gut*, 54, 764-768, 2005
- 17) Leung WK, Wu M-S, Kakugawa Y, et al, Screening for gastric cancer in Asia : current evidence and practice, *The Lancet Oncology*, 9, 279-287, 2008

(平成 25.2.15 受付, 平成 25.6.17 採用)

連絡先: 〒 606-8501 京都市左京区吉田本町

京都大学 経済学研究科

後藤 励

E-mail: goto.rei.7w@kyoto-u.ac.jp

## Determinants of the number of endoscopic screenings for gastric cancer that can be carried out in general clinics

Rei Goto<sup>1)</sup>, Kohei Arai<sup>2)</sup>, Michiko Shabana<sup>3)</sup> and Chisato Hamashima<sup>4)</sup>

[Objectives] The aim of this study was to verify what kind of resources might influence the number of endoscopic screenings for gastric cancer when such screening is conducted at the level of a general clinic.

[Methods] We carried out a postal questionnaire survey by mailing questionnaires to subjects in Yonago city, Tottori prefecture and Niigata city, Niigata prefecture, where endoscopic screening for gastric cancer has been performed at the level of general clinics for about 10 years. Variables such as human resources, material resources, and characteristics of doctors were determined as the explanatory variables, and the Poisson regression analysis was performed using the numbers of screenings per week as the dependent variable. We also investigated the future intentions of general clinics for increasing the number of screenings.

[Results] Besides the presence/absence of medical specialists qualified by the Japanese Society of Gastroenterology and the ages of doctors, mainly material resources exerted a significant influence on the number of screenings. The material resources consisted of the number of endoscopes, possession/non-possession of fully automatic washing machines, and presence/absence of exclusive-use endoscopy rooms, all of which influenced the number of screenings.

[Conclusions] The findings of the study suggested that investment in material resources is effective for increasing the number of endoscopic screenings.

---

Key words : screening of cancer/gastric cancer/endoscope/human resources/material resources/Poisson regression

---

<sup>1)</sup> Hakubi Center of Advanced Research, Graduate School of Economics, Kyoto University

<sup>2)</sup> Faculty of Social and Information Studies, Gunma University

<sup>3)</sup> Department of Gastroenterology, San-in Rosai Hospital

<sup>4)</sup> Research Center for Cancer Prevention and Screening, National Cancer Center

