

Figure 2 (A) Photographs of representative medullary sections of the control, SD and non-SD groups; K-B stained. (B) Schematic representation of the distribution of TH-immunoreactive neurons in the VLM in the control, SD and non-SD groups. Each dot represents the approximate position of a single neuron. To demonstrate the distribution patterns and to facilitate comparison, the image of the left half was inverted then placed on the right. (C) Examples of the VLM area in three patients each from the control, SD and non-SD groups (left, middle and right columns, respectively). The case number shown in each panel corresponds to that in Table 1. Note the apparent loss of immunolabelled neurons and fibres in patients with MSA. Bar = 100 μ m. (D) Mean (\pm SD) numbers of TH-labelled neurons. The VLM catecholaminergic neurons in MSA are significantly fewer than those in the control. * P < 0.01; n = 4 for Con, seven for MSA, three for SD and four for non-SD.

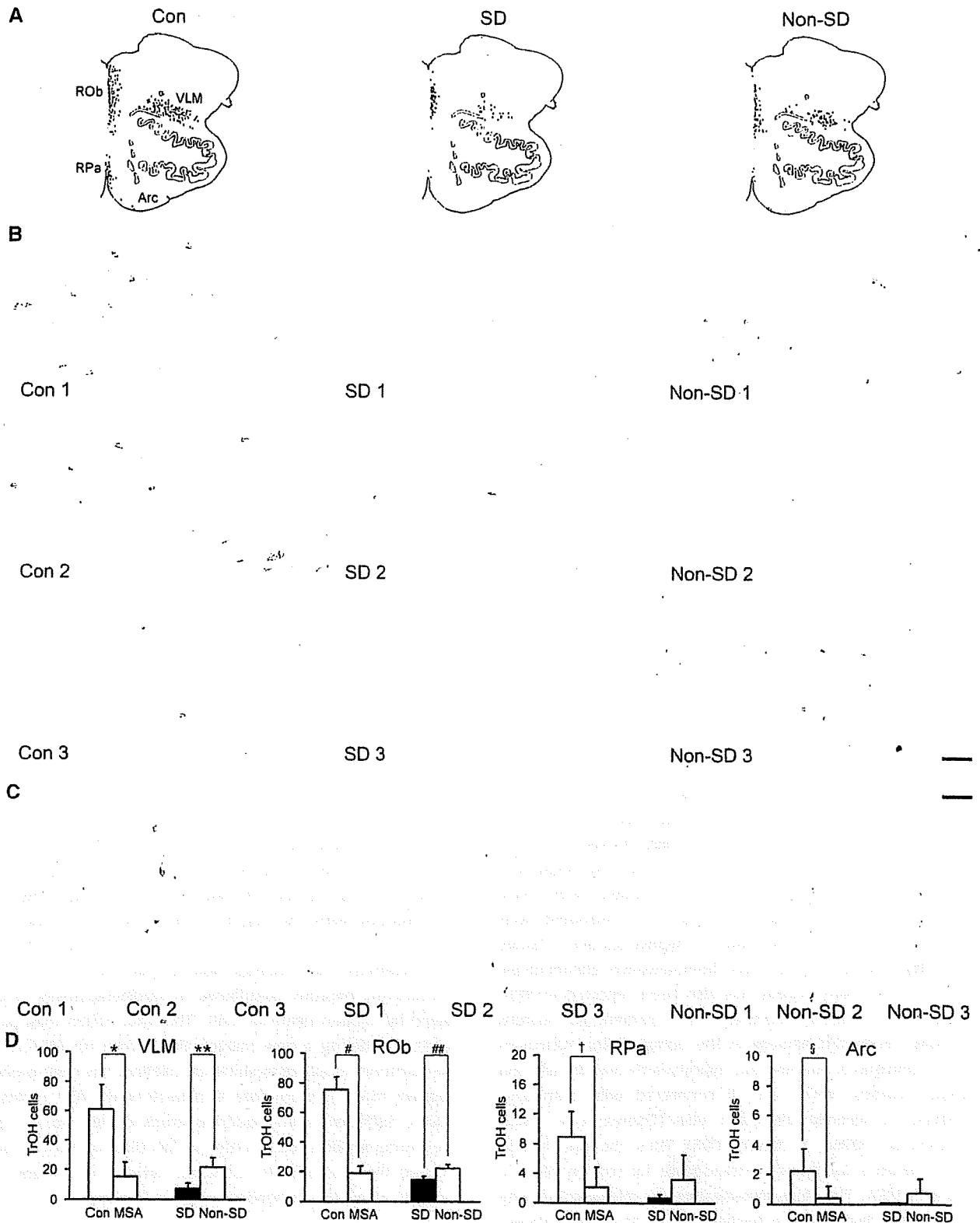


Figure 3 (A) Schematic representation of the distribution of TrOH-immunoreactive neurons in the VLM, nucleus raphe obscurus (ROb), nucleus raphe pallidus (RPa) and arcuate nucleus (Arc) in the control, SD and non-SD groups. Each dot represents the approximate position of a single neuron. To demonstrate the distribution patterns and to facilitate comparison, the image of the left half was inverted then placed on the right. (B and C) Image of areas including the VLM (B) or nucleus ROb (C), taken from three patients each in the control, SD and non-SD groups (left, middle and right columns, respectively), showing marked loss of immunolabelled cells in MSA. The remaining immunolabelled cells are atrophic. The case number shown in each panel corresponds to that in Table 1. Bar = 100 μm. (D) Mean (±SD) numbers of the TrOH-labelled neurons in the VLM, nucleus ROb, nucleus RPa and Arc. The numbers of serotonergic neurons in these areas in MSA are significantly lower than those in the control. A comparison between SD and non-SD groups shows that the numbers in the VLM and nucleus ROb are significantly smaller in the former than in the latter. * $P < 0.01$, ** $P < 0.02$, ## $P < 0.001$, # $P < 0.01$, † $P < 0.03$, ‡ $P < 0.05$; $n = 4$ for Con, seven for MSA; three for SD and four for non-SD.

of these neurons could be responsible for sudden death in patients with MSA.

It remains to be elucidated how the depletion of medullary serotonergic neurons causes sudden death. In experimental animals, it has been demonstrated that medullary serotonergic neurons project to many autonomic nuclei in the medulla oblongata and spinal cord, which then influence the sympathetic outflow as well as thermal, respiratory and cardiovascular regulation (Manaker and Tischler, 1993; Sun *et al.*, 2002; Raul, 2003; Jordan, 2005; Nason and Mason, 2006; Hodges *et al.*, 2008). Thus, the marked depletion of medullary serotonergic neurons could result in the impairment of these autonomic functions. In humans, although the precise functions of serotonergic neurons in each nucleus are still unclear, serotonergic neurons in the medullary raphe nuclei and arcuate nucleus have been suggested to be responsible for automatic breathing by enhancing respiratory response to hypercapnea and hypoxia (Feldman *et al.*, 2003; Richerson, 2004). Moreover, sudden infant death syndrome (SIDS) cases show a significantly lower density of 5-HT_{1A} receptor binding sites as well as higher medullary serotonergic neuron count, indicating that the serotonin pathway plays a key role in the pathogenesis of SIDS (Paterson *et al.*, 2006). These findings support the notion that the dysfunction of medullary serotonergic neurons could be important in the pathogenesis of sudden death in patients with MSA.

However, we cannot exclude the possibility that other neuronal groups regulating the autonomic, respiratory and cardiovascular function might also be responsible for sudden death in patients with MSA. For example, the loss of neurokinin-1 receptor-like immunoreactive (NK-1R-LI) neurons in the VLM, which may correspond to the pre-Bötzinger complex, has been known in MSA (Benarroch *et al.*, 2003). The neurons have been proposed to play a critical role in respiratory rhythmogenesis in experimental animals (Smith *et al.*, 1991; Gray *et al.*, 1999). A possible association between the loss of NK-1R-LI neurons and respiratory dysfunction has been reported also in a patient with Pery syndrome, autosomal dominant parkinsonism associated with depression, weight loss and central hypoventilation (Tsuboi *et al.*, 2008). The loss of putative chemosensitive glutamatergic neurons in the arcuate nucleus has also been reported in MSA (Benarroch *et al.*, 2007a). Moreover, A5 noradrenergic neurons of the pons, cholinergic neurons in the dorsal motor nucleus of vagus and ambiguous nucleus, and hypothalamic vasopressin and hypocretin neurons, which are all connected with autonomic homeostasis, are severely affected in MSA (Ozawa *et al.*, 1998; Benarroch *et al.*, 2006a, b, 2007b, 2008). Thus, the loss of these autonomic neurons could also be responsible for sudden death in patients with MSA. Therefore, investigating the relevance of these nuclei to sudden death requires further analysis of a large data set.

While it has been reported that the depletion of neurons in the IML and the medullary catecholaminergic and serotonergic neurons can occur during the course of MSA (Oppenheimer, 1980; Gray *et al.*, 1988; Sakajiri *et al.*, 1996; Benarroch *et al.*, 1998, 2005), we found that these findings are consistent even in the early stages of MSA, irrespective of remarkable autonomic failure. As we focused on patients in the early stages, we were

able to determine the early neuropathological change of medullary autonomic nuclei in MSA.

Concerning the methodology, Benarroch *et al.* have provided a detailed report on the morphometric alterations in the medullary autonomic nuclei in MSA and Lewy body disease by performing extensive sampling methods (Benarroch *et al.*, 1998, 2003, 2004, 2005, 2006b, 2007a). Compared with these methods, the methods used in this study appear to be somewhat simple. However, we consider that the medullary slices used in this study (Fig. 2A) are at the adequate level for evaluating neurons in the VLM and nucleus raphe obscurus, because the adopted medullary level apparently corresponds well to panel 'c' in Fig. 5 for catecholaminergic neurons, and panel 'c' in Fig. 9 for serotonergic neurons, which has been demonstrated in a previous study by Halliday *et al.* (1988).

In this study, it was extremely important to prepare medullary slices that were cut at almost identical levels. The slices prepared for routine histopathological examinations in our large MSA series were oriented somewhat differently in relation to the rostro-caudal axis of the medulla, especially those cut from the severely atrophic medulla of patients with long disease duration. Our examination was therefore restricted to the medulla oblongata of patients who had died after short disease duration. We also examined additional patients with longer disease duration. We selected two SD group patients (one male and one female; age: 65 and 68 years, respectively; disease duration: 6 and 7 years, respectively; 1 MSA-C and 1 MSA-P) and two non-SD group patients (two female; age: 72 and 52 years, respectively; disease duration: 7 and 7 years, respectively; 1 MSA-C and 1 MSA-P), whose medullary levels were suitable for this study. The number of the serotonergic neurons in both the VLM and nucleus raphe obscurus was much smaller than those in the present study. However, these neurons tended to be more reduced in the SD group patients than in the non-SD group patients, both in the VLM (7 and 9 versus 12 and 16 cells) and nucleus raphe obscurus (12 and 13 versus 17 and 18 cells). This evidence is consistent with the results in patients with a short disease duration.

In summary, our findings indicate that the loss of medullary serotonergic neurons contributes to cardiorespiratory failure followed by sudden death in MSA. This information may be crucial when considering a new therapeutic strategy for MSA. Recently, the serotonin reuptake inhibitor, paroxetine, has been proposed to improve motor performance in patients with MSA (Friess *et al.*, 2006). Such serotonin-modifying drugs could also be useful in preventing sudden death related to this disease. Further investigation on the serotonergic autonomic system in a larger series of patients with MSA is needed to clarify this issue.

Funding

Research on Measures for Intractable Diseases (Ataxic Diseases and Neurodegenerative Diseases) from the Ministry of Health, Labour and Welfare of Japan.

References

- Benarroch EE. Central neurotransmitters and neuromodulators in cardiovascular regulation. In: Mathias CJ, Bannister R, editors. *Autonomic failure: a textbook of clinical disorders of the autonomic nervous system*. New York: Oxford University Press; 1999. p. 37–44.
- Benarroch EE, Schmeichel AM, Low PA, Boeve BF, Sandroni P, Parisi JE. Involvement of medullary regions controlling sympathetic output in Lewy body disease. *Brain* 2005; 128: 338–44.
- Benarroch EE, Schmeichel AM, Low PA, Parisi JE. Depletion of ventromedullary NK-1 receptor-immunoreactive neurons in multiple system atrophy. *Brain* 2003; 126: 2183–90.
- Benarroch EE, Schmeichel AM, Low PA, Parisi JE. Involvement of medullary serotonergic groups in multiple system atrophy. *Ann Neurol* 2004; 55: 418–22.
- Benarroch EE, Schmeichel AM, Low PA, Parisi JE. Depletion of putative chemosensitive respiratory neurons in the ventral medullary surface in multiple system atrophy. *Brain* 2007a; 130: 469–75.
- Benarroch EE, Schmeichel AM, Low PA, Sandroni P, Parisi JE. Loss of A5 noradrenergic neurons in multiple system atrophy. *Acta Neuropathol* 2008; 115: 629–34.
- Benarroch EE, Schmeichel AM, Sandroni P, Low PA, Parisi JE. Differential involvement of hypothalamic vasopressin neurons in multiple system atrophy. *Brain* 2006a; 129: 2688–96.
- Benarroch EE, Schmeichel AM, Sandroni P, Low PA, Parisi JE. Involvement of vagal autonomic nuclei in multiple system atrophy and Lewy body disease. *Neurology* 2006b; 66: 378–83.
- Benarroch EE, Schmeichel AM, Sandroni P, Low PA, Parisi JE. Involvement of hypocretin neurons in multiple system atrophy. *Acta Neuropathol* 2007b; 113: 75–80.
- Benarroch EE, Smithson JL, Low PA, Parisi JE. Depletion of catecholaminergic neurons of the rostral ventrolateral medulla in multiple system atrophy with autonomic failure. *Ann Neurol* 1998; 43: 156–63.
- Cormican LJ, Higgins S, Davidson AC, Howard R, Williams AJ. Multiple system atrophy presenting as central sleep apnoea. *Eur Respir J* 2004; 24: 323–5.
- Deguchi K, Sasaki I, Touge T, Tsukaguchi M, Takeuchi H, Kuriyama S. Abnormal baroreceptor-mediated vasopressin release as possible marker in early diagnosis of multiple system atrophy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2004; 75: 110–5.
- Feldman JL, Mitchell GS, Nattie EE. Breathing: rhythmicity, plasticity, chemosensitivity. [Review]. *Annu Rev Neurosci* 2003; 26: 239–66.
- Friess E, Kuempfel T, Modell S, Winkelmann J, Holsboer F, Ising M, et al. Paroxetine treatment improves motor symptoms in patients with multiple system atrophy. *Parkinsonism Relat Disord* 2006; 12: 432–7.
- Gilman S, Wenning GK, Low PA, Brooks DJ, Mathias CJ, Trojanowski JQ, et al. Second consensus statement on the diagnosis of multiple system atrophy. *Neurology* 2008; 71: 670–6.
- Gray PA, Rekling JC, Bocchiaro CM, Feldman JL. Modulation of respiratory frequency by peptidergic input to rhythmogenic neurons in the preBötzinger complex. *Science* 1999; 286: 1566–8.
- Gray F, Vincent D, Hauw JJ. Quantitative study of lateral horn cells in 15 cases of multiple system atrophy. *Acta Neuropathol* 1988; 75: 513–8.
- Groh WJ, Groh MR, Saha C, Kincaid JC, Simmons Z, Ciafaloni E, et al. Electrocardiographic abnormalities and sudden death in myotonic dystrophy type 1. *N Engl J Med* 2008; 358: 2688–97.
- Haan EA, Jennings IG, Cuello AC, Nakata H, Fujisawa H, Chow CW, et al. Identification of serotonergic neurons in human brain by a monoclonal antibody binding to all three aromatic amino acid hydroxylases. *Brain Res* 1987; 426: 19–27.
- Halliday GM, Li YW, Joh TH, Cotton RG, Howe PR, Geffen LB, et al. Distribution of monoamine-synthesizing neurons in the human medulla oblongata. *J Comp Neurol* 1988; 273: 301–17.
- Hodges MR, Tattersall GJ, Harris MB, McEvoy SD, Richerson DN, Deneris ES, et al. Defects in breathing and thermoregulation in mice with near-complete absence of central serotonin neurons. *J Neurosci* 2008; 28: 2495–505.
- Iranzo A, Santamaria J, Tolosa E, Vilaseca I, Valdeoriola F, Martí MJ, et al. Long-term effect of CPAP in the treatment of nocturnal stridor in multiple system atrophy. *Neurology* 2004; 63: 930–2.
- Isozaki E, Naito A, Horiguchi S, Kawamura R, Hayashida T, Tanabe H. Early diagnosis and stage classification of vocal cord abductor paralysis in patients with multiple system atrophy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1996; 60: 399–402.
- Jin K, Okabe S, Chida K, Abe N, Kimpara T, Ohnuma A, et al. Tracheostomy can fatally exacerbate sleep-disordered breathing in multiple system atrophy. *Neurology* 2007; 68: 1618–21.
- Jordan D. Vagal control of the heart: central serotonergic (5-HT) mechanisms [Review]. *Exp Physiol* 2005; 90: 175–81.
- Klockgether T, Lüdtke R, Kramer B, Abele M, Bürk K, Schöls L, et al. The natural history of degenerative ataxia: a retrospective study in 466 patients. *Brain* 1998; 121: 589–600.
- Manaker S, Tischler LJ. Origin of serotonergic afferents to the hypoglossal nucleus in the rat. *J Comp Neurol* 1993; 334: 466–76.
- Munschauer FE, Loh L, Bannister R, Newsom-Davis J. Abnormal respiration and sudden death during sleep in multiple system atrophy with autonomic failure. *Neurology* 1990; 40: 677–9.
- Nason MW Jr, Mason P. Medullary raphe neurons facilitate brown adipose tissue activation. *J Neurosci* 2006; 26: 1190–8.
- Olzewski J, Baxter D. *Cytoarchitecture of the human brain stem*. 2nd edn., Basel: Karger; 1982.
- Oppenheimer DR. Lateral horn cells in progressive autonomic failure. *J Neurol Sci* 1980; 46: 393–404.
- Orimo S, Uchihara T, Nakamura A, Mori F, Kakita A, Wakabayashi K, et al. Axonal alpha-synuclein aggregates herald centripetal degeneration of cardiac sympathetic nerve in Parkinson's disease. *Brain* 2008; 131: 642–50.
- O'Sullivan SS, Massey LA, Williams DR, Silveira-Moriyama L, Kempster PA, Holton JL, et al. Clinical outcomes of progressive supranuclear palsy and multiple system atrophy. *Brain* 2008; 131: 1362–72.
- Ozawa T, Oyayagi K, Tanaka H, Horikawa Y, Takahashi H, Morita T, et al. Suprachiasmatic nucleus in a patient with multiple system atrophy with abnormal circadian rhythm of arginine-vasopressin secretion into plasma. *J Neurol Sci* 1998; 154: 116–21.
- Ozawa T, Paviour D, Quinn NP, Josephs KA, Sangha H, Kilford L, et al. The spectrum of pathological involvement of the striatonigral and olivopontocerebellar systems in multiple system atrophy: clinicopathological correlations. *Brain* 2004; 127: 2657–71.
- Papapetropoulos S, Tuchman A, Laufer D, Papatsoris AG, Papapetropoulos N, Mash DC. Causes of death in multiple system atrophy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2007; 78: 327–9.
- Paterson DS, Trachtenberg FL, Thompson EG, Belliveau RA, Beggs AH, Darnall R, et al. Multiple serotonergic brainstem abnormalities in sudden infant death syndrome. *JAMA* 2006; 296: 2124–32.
- Paxinos G, Huang XF. *Atlas of the human brainstem*. San Diego: Academic Press; 1995.
- Paxinos G, Törk I, Halliday G, Mehler WR. Human homologs to brainstem nuclei identified in other animals as revealed by acetylcholinesterase activity. In: Paxinos G, editor. *The human nervous system*. San Diego: Academic Press; 1990. p. 149–202.
- Pearson J, Halliday G, Sakamoto N, Michel JP. Catecholaminergic neurons. In: Paxinos G, editor. *The human nervous system*. San Diego: Academic Press; 1990. p. 1023–49.
- Raul L. Serotonin 2 receptors in the nucleus tractus solitarius: characterization and role in the baroreceptor reflex arc [Review]. *Cell Mol Neurobiol* 2003; 23: 709–26.
- Richerson GB. Serotonergic neurons as carbon dioxide sensors that maintain pH homeostasis [Review]. *Nat Rev Neurosci* 2004; 5: 449–61.
- Sakajiri K, Makifuchi T, Fukuhara N, Nakajima T. Quantitative study of intermedialateral column cell counts in Machado-Joseph disease. *J Neurol Sci* 1996; 144: 156–9.

- Sakakibara R, Hattori T, Uchiyama T, Kita K, Asahina M, Suzuki A, et al. Urinary dysfunction and orthostatic hypotension in multiple system atrophy: which is the more common and earlier manifestation? *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2000; 68: 65–9.
- Schrag A, Wenning GK, Quinn N, Ben-Shlomo Y. Survival in multiple system atrophy. *Mov Disord* 2008; 23: 294–6.
- Shimohata T, Nakayama H, Shinoda H, Tsukada H, Takahashi S, Gejo F, et al. Multiple system atrophy with progressive nocturnal hypoxemia: case report with polysomnography and continuous positive airway pressure treatment. *Eur Neurol* 2006; 56: 258–60.
- Shimohata T, Ozawa T, Nakayama H, Tomita M, Shinoda H, Nishizawa M. Frequency of nocturnal sudden death in patients with multiple system atrophy. *J Neurol* 2008; 255: 1483–5.
- Shimohata T, Shinoda H, Nakayama H, Ozawa T, Terajima K, Yoshizawa H, et al. Daytime hypoxemia, sleep-disordered breathing, and laryngopharyngeal findings in multiple system atrophy. *Arch Neurol* 2007; 64: 856–61.
- Smith JC, Ellenberger HH, Ballanyi K, Richter DW, Feldman JL. Pre-Bötzinger complex: a brainstem region that may generate respiratory rhythm in mammals. *Science* 1991; 254: 726–9.
- Strack AM, Sawyer WB, Hughes JH, Platt KB, Loewy AD. A general pattern of CNS innervation of the sympathetic outflow demonstrated by transneuronal pseudorabies viral infections. *Brain Res* 1989; 491: 156–62.
- Sun QJ, Berkowitz RG, Goodchild AK, Pilowsky PM. Serotonin inputs to inspiratory laryngeal motoneurons in the rat. *J Comp Neurol* 2002; 451: 91–8.
- Tada M, Onodera O, Tada M, Ozawa T, Piao YS, Kakita A, et al. Early development of autonomic dysfunction may predict poor prognosis in patients with multiple system atrophy. *Arch Neurol* 2007; 64: 256–60.
- Testa D, Filippini G, Farinotti M, Palazzini E, Caraceni T. Survival in multiple system atrophy: a study of prognostic factors in 59 cases. *J Neurol* 1996; 243: 401–4.
- Trojanowski JQ, Revesz T; Neuropathology Working Group on MSA. Proposed neuropathological criteria for the post-mortem diagnosis of multiple system atrophy. *Neuropathol Appl Neurobiol* 2007; 33: 615–20.
- Tsuboi Y, Dickson DW, Nabeshima K, Schmeichel AM, Wszolek ZK, Yamada T, et al. Neurodegeneration involving putative respiratory neurons in Perry syndrome. *Acta Neuropathol* 2008; 115: 263–8.
- Tsuda T, Onodera H, Okabe S, Kikuchi Y, Itoyama Y. Impaired chemosensitivity to hypoxia is a marker of multiple system atrophy. *Ann Neurol* 2002; 52: 367–71.
- Watanabe H, Saito Y, Terao S, Ando T, Kachi T, Mukai E, et al. Progression and prognosis in multiple system atrophy: an analysis of 230 Japanese patients. *Brain* 2002; 125: 1070–83.
- Wenning GK, Ben Shlomo Y, Magalhaes M, Daniel SE, Quinn NP. Clinical features and natural history of multiple system atrophy. An analysis of 100 cases. *Brain* 1994; 117: 835–45.
- Wenning GK, Colosimo C, Geser F, Poewe W. Multiple system atrophy. [Review]. *Lancet Neurol* 2004; 3: 93–103.
- Yabe I, Soma H, Takei A, Fujiki N, Yanagihara T, Sasaki H. MSA-C is the predominant clinical phenotype of MSA in Japan: analysis of 142 patients with probable MSA. *J Neurol Sci* 2006; 249: 115–21.

DPCデータ分析からみた北里大学4病院の位置づけ

渋谷 明隆^{1,3}, 小林 弘祐^{2,3}

¹北里大学医学部医療安全・管理学, 北里大学病院経営企画室

²北里大学医療衛生学部医療工学科臨床工学専攻

³北里大学病院経営改善Aチーム

抄録

目的 北里大学4病院のDPCデータ分析から、各病院の位置づけを明らかにする。

方法 北里大学4病院のDPCデータ分析を行い、各病院の位置づけを明らかにする。

結果 北里大学4病院のDPCデータ分析の結果、各病院の位置づけを明らかにした。

結論 北里大学4病院のDPCデータ分析の結果、各病院の位置づけを明らかにした。

1. はじめに

2. 対象病院

3. 調査方法

4. 結果

5. 考察

6. 結論

7. 参考文献

8. 謝辞

9. 著者略歴

10. 問い合わせ先

1. はじめに

2. 対象病院

3. 調査方法

4. 結果

5. 考察

6. 結論

7. 参考文献

8. 謝辞

9. 著者略歴

10. 問い合わせ先

DPCデータ分析からみた北里大学4病院の位置づけ

渋谷 明隆^{1,3}, 小林 弘祐^{2,3}

¹北里大学医学部医療安全・管理学, 北里大学病院経営企画室

²北里大学医療衛生学部医療工学科臨床工学専攻

³北里大学病院経営改善Aチーム

背景: DPC (Diagnosis Procedure Combination) は急性期病院を対象とした包括的医療費支払い制度であるが, その情報は医療経営分析, 医療の質管理などへの有用性が極めて高いと考えられている。

方法: 公表されているDPCデータを用いて, 重症患者がどれだけ入院しているかの指標である「複雑性の指標」と, どれだけ短い平均在院日数で診療しているかの指標である「効率性の指標」からみた北里4病院の位置づけを示すとともに, 新病院の経営戦略に資するマーケット分析, SWOT (Strength, Weakness, Opportunity, Threat) 分析を行った。

結果: 北里大学病院は「複雑性の指標」と「効率性の指標」とも全国平均以上であったが, 同じ医療圏の病院に比べるとさらに効率性の改善が期待される。北里大学東病院は全国平均に比べ重症患者を多く診療しているが効率性がやや低く, 北里研究所病院は軽症の患者をやや効率よく診療し, 北里メディカルセンター病院は軽症の患者をやや効率悪く診療していると評価された。地域医療圏のなかで北里大学病院は悪性腫瘍をはじめとする重症疾患の診療に大きな役割を果たしている実態が明らかであった。

結論: DPCは医療情報の標準化のツールでもあり, 北里大学病院においても医療の標準化と質の向上, ベンチマーク, 地域の患者マーケット調査, 新病院のシステム設計など病院経営に応用することができる。

Key words: DPC, 医療経営, 医療の質, マーケット分析, SWOT分析

序 文

DPC (Diagnosis Procedure Combination) は急性期病院を対象とした包括的医療費支払い制度で, 平成15年に82の特定機能病院で導入されスタートした。診療報酬上の政策誘導もあって平成21年4月にはDPC参加病院, DPC準備病院 (以下DPC病院) 合わせて1,559病院に増加し, 病床数にして約45万床におよび, わが国の一般病床の約1/2を占めるに至っている。参加病院には毎年DPC情報 (患者数, 入院期間, 診療内容, 患者背景など) の報告が義務付けられ, その一部は厚生労働省から病院の実名とともに公表されている。この公表されているDPC情報は, そのまま, あるいは一部を加工することにより自院と他病院のベンチマークや地域のマーケティングリサーチに用いることができ, 医療経営分析, 医療の質管理などへの有用性が極めて高い情報と考えられている¹⁾。学校法人北里研究所においては, 平成15年に北里大学病院がDPCに参加し, 平成21年4月からは北里大学東病院, 北里研究所病院 (北研病院), 北里メディカルセンター病院 (KMC病院) がDPC参加病院

となり, 全国のDPC参加病院とのベンチマークが可能となった。これは逆に言うと, 北里4病院のDPC情報が全国に公開されていることに他ならない。

この論文では全国DPC参加病院との比較における北里4病院の位置づけを示すとともに, 新大学病院建設計画を進めるための経営戦略策定に資することを目的に, DPC情報からみた地域医療圏における北里大学病院, 北里大学東病院のSWOT (Strength, Weakness, Opportunity, Threat) 分析を試みた²⁻⁴⁾。

方法と材料

1. DPC情報および疾患分類別収支

DPC情報は, 厚生労働省から公表されている平成20年度「DPC導入の影響評価に関する調査結果及び評価」最終報告概要 (案) (診療報酬調査専門組織・DPC評価分科会<http://www.mhlw.go.jp/shingi/2009/05/s0514-6.html>) からダウンロードして分析した。これらのデータはDPC病院が報告した平成20年7月から12月までのDPC情報を集計したものである。本研究では主要診断

Received 9 September 2009, accepted 2 October 2009

連絡先: 渋谷明隆 (北里大学医学部医療安全・管理学, 北里大学病院経営企画室)

〒228-8555 神奈川県相模原市北里1-15-1

E-mail: ashibuya@kitasato-u.ac.jp

渋谷 明隆, 他

群分類 (MDC分類; major diagnostic category) レベルまでの分析を行った。MDCは診療科目や臓器別分類と厳密には一致しないが(表1), DPC code14桁の最初の2桁に相当し, 疾患群分類の傾向を全国と比較するのに適している。

2. 北里医療圏の範囲

北里をとりまく地域医療圏におけるマーケットを調

査するにあたり「北里医療圏」を定義した。本来, 北里大学病院と北里大学東病院の位置する二次医療圏は神奈川県北医療圏(相模原市)であるが, 北里大学病院での患者集計によると入院患者のうち相模原市在住の患者は全体の約50%であり, 患者の約75%は相模原市に加えて町田市, 横浜市北部, 大和市, 厚木市, 座間市, 綾瀬市, 海老名市, 伊勢原市, 愛川町など二次医療圏を越えた広い範囲から来院している。ここでは上

表1. MDC分類

MDC	疾患分類	本論文での略称
MDC1	神経系疾患	神経
MDC2	眼科系疾患	眼科
MDC3	耳鼻咽喉科系疾患	耳鼻科
MDC4	呼吸器系疾患	呼吸器
MDC5	循環器系疾患	循環器
MDC6	消化器系疾患, 肝臓・胆道・膵臓疾患	消化器
MDC7	筋骨格系疾患	筋骨格
MDC8	皮膚・皮下組織の疾患	皮膚
MDC9	乳房の疾患	乳房
MDC10	内分泌・栄養・代謝に関する疾患	内分泌・代謝
MDC11	腎・尿路系疾患及び男性生殖器系疾患	腎尿路
MDC12	女性生殖器系疾患及び産褥期疾患・異常妊娠分娩	女性
MDC13	血液・造血器・免疫臓器の疾患	血液
MDC14	新生児疾患, 先天性奇形	新生児
MDC15	小児疾患	小児
MDC16	外傷・熱傷・中毒	外傷
MDC17	精神疾患	精神
MDC18	その他	その他

表2. 北里医療圏のDPC病院

北里大学病院
学校法人北里研究所 北里大学東病院
神奈川県厚生農業協同組合連合会 相模原協同病院
社会保険相模野病院
聖マリアンナ医科大学横浜市西部病院
昭和大学藤が丘病院
昭和大学横浜市北部病院
神奈川県厚生農業協同組合連合会 伊勢原協同病院
医療法人社団ジャパンメディカルアライアンス 海老名総合病院
医療法人社団正志会 南町田病院
医療法人社団相和会 浏野辺総合病院
医療法人社団三思会 東名厚木病院
医療法人社団 明芳会 横浜旭中央総合病院
医療法人社団三喜会 横浜新緑総合病院
神奈川県立がんセンター
町田市民病院
津久井赤十字病院
厚木市立病院
湘南厚木病院
医療法人徳洲会大和徳洲会病院
医療法人興生会 相模台病院

DPCデータ分析からみた北里大学4病院の位置づけ

記の地域をカバーする概ね40～50分以内に北里に来院できる地域を「北里医療圏」と定義し、この地域のDPC病院のデータを解析の対象とした。「北里医療圏」と定義した地域のDPC病院を表2に示す。

3. 複雑性の指標と効率性の指標

DPC情報により各病院の診療の効率性を比較するうえで在院日数 (LOS) を指標とすることが多いが、主として軽症患者を扱う病院と大学病院のような重症患者を扱う病院とでは平均在院日数が異なることから、入院している患者を重症度で補正して検討する必要がある。これに関して厚生省労働省から公表されている指標として「複雑性の指標」と「効率性の指標」がある⁵⁾。複雑性の指標とは、平均在院日数が長い診断群分類の患者の診療行為は複雑で手間がかかるとの前提で、そうした患者をどれだけ多く入院させているかを示したものである。これは当該病院のDPCごとの入院患者数を全病院のDPCごとのLOSにかけた補正在院日数 (wLOS: length of stay weighted case mix) と全病院の平均在院日数 (ALOS: average length of stay) とを比較したもので、wLOS/ALOSにより計算される。標準が1で、値が大きくなるほど複雑な(つまりは重症の)診断群分類の患者を多く受け入れていることを意味する。効率性の指標とは同じDPCならLOSの短いほうが効率のいい医療と定義し、患者構成が全DPC病院と同じと仮定して全病院の患者数で補正した自院のLOS (cLOS: case

mix length of stay) がALOSと比べてどれだけ短いかを指標化したもので、ALOS/cLOSにより計算される。標準が1となり、値が大きいほど短い期間で患者を退院させている「効率のいい病院」であることを意味する。

「複雑性の指標」と「効率性の指標」は平成22年度からのDPC診療報酬上の新しい機能係数に採用される可能性が高く病院の経営上も重要な指標である。

4. SWOT分析とPPM分析

北里医療圏における北里としての医療提供のあり方を考える上で、どこに競争優位性があり、どこが競争劣位なのかを判断することは、経営戦略を策定するうえで非常に重要である。SWOT分析とは、自分たちを取り巻く外部環境(北里医療圏)での機会(opportunity)や脅威(threat)を考慮しながら、組織の強みと弱みを評価し、取りうる戦略を導き出す手法である。また、事業ごとの市場の成長性と自らの競争優位性を分析することで、経営資源配分のバランスのとり方を検討する手法としてPPM(Product Portfolio Management)分析を行った。

結果

1. 北里4病院の位置づけ

北里4病院の「複雑性の指標」と「効率性の指標」について、全国の特定機能病院および大規模病院(調査期

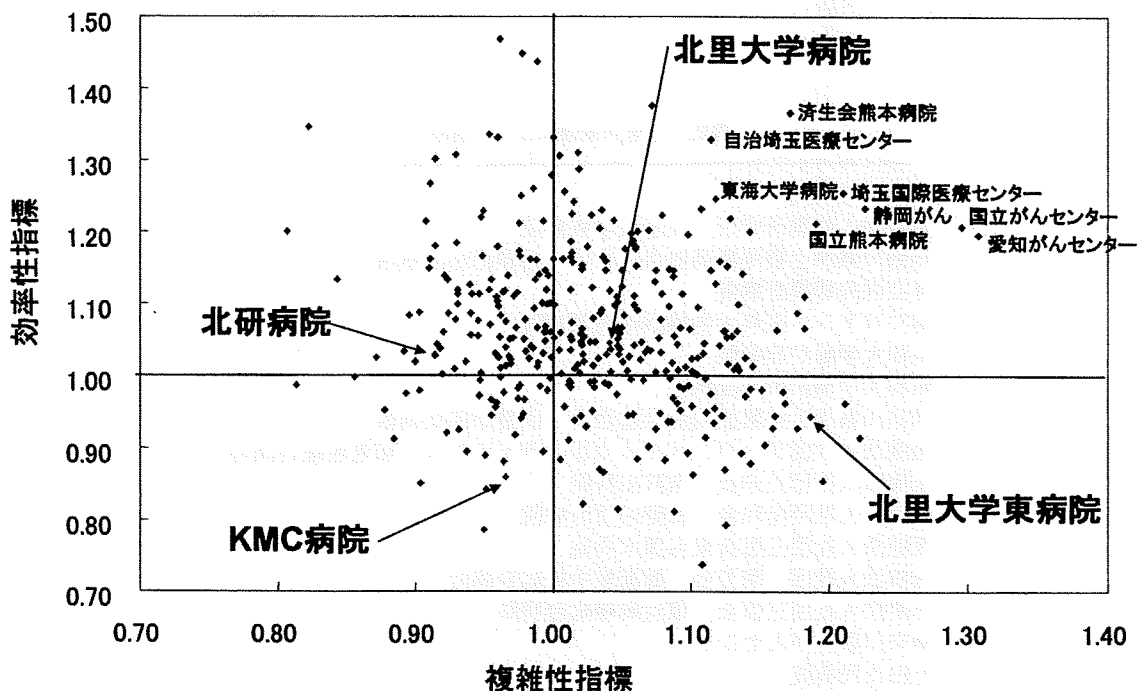


図1. DPC病院の複雑性指標と効率性指標

特定機能病院とDPC数4,000以上の大規模病院の複雑性指標と効率性指標を示す。複雑性の指標とは重症の患者をどれだけ多く入院させているかを示したものであり、効率性の指標とは自院の平均在院日数が全DPC対象病院と比べてどれだけ短いかを指標化したものである。いずれも1が全DPC病院の平均を示す。

渋谷 明隆, 他

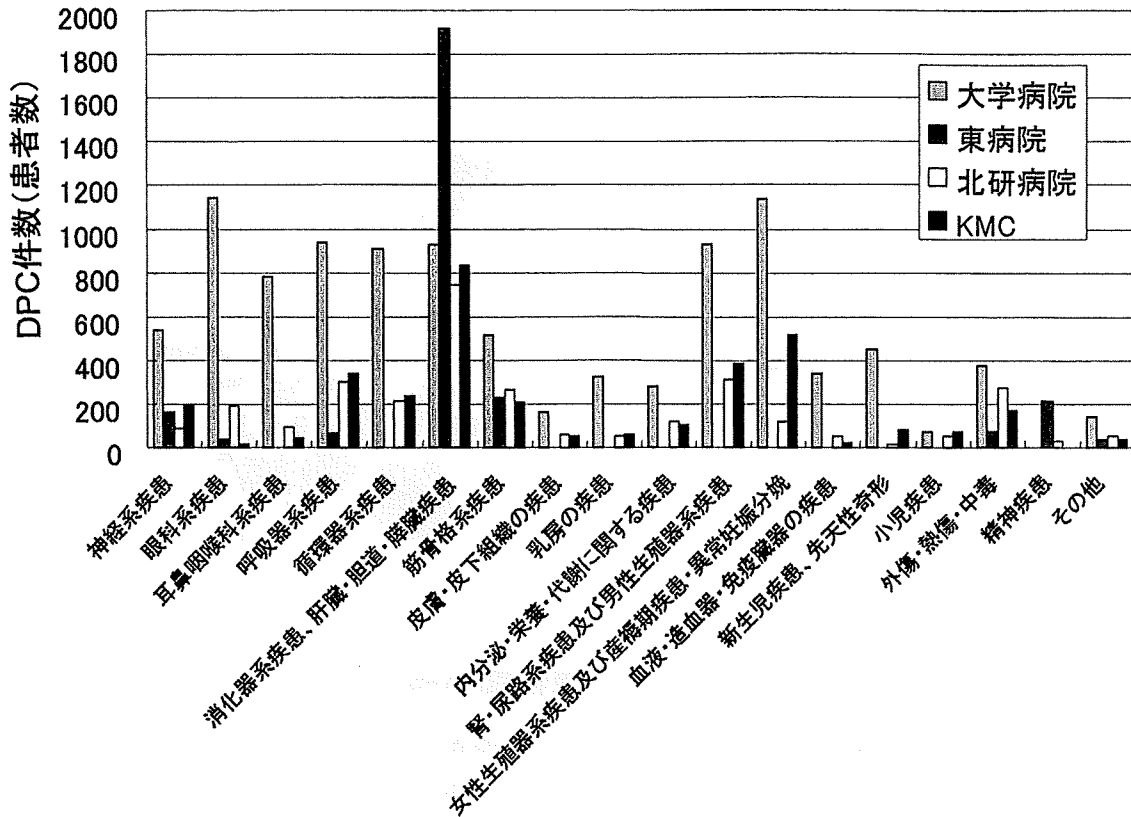


図2. 北里4病院におけるMDC別のDPC件数

北研病院とKMC病院は眼科系, 耳鼻科系, 乳房の疾患, 血液内科, 小児科系などの入院が少ない。

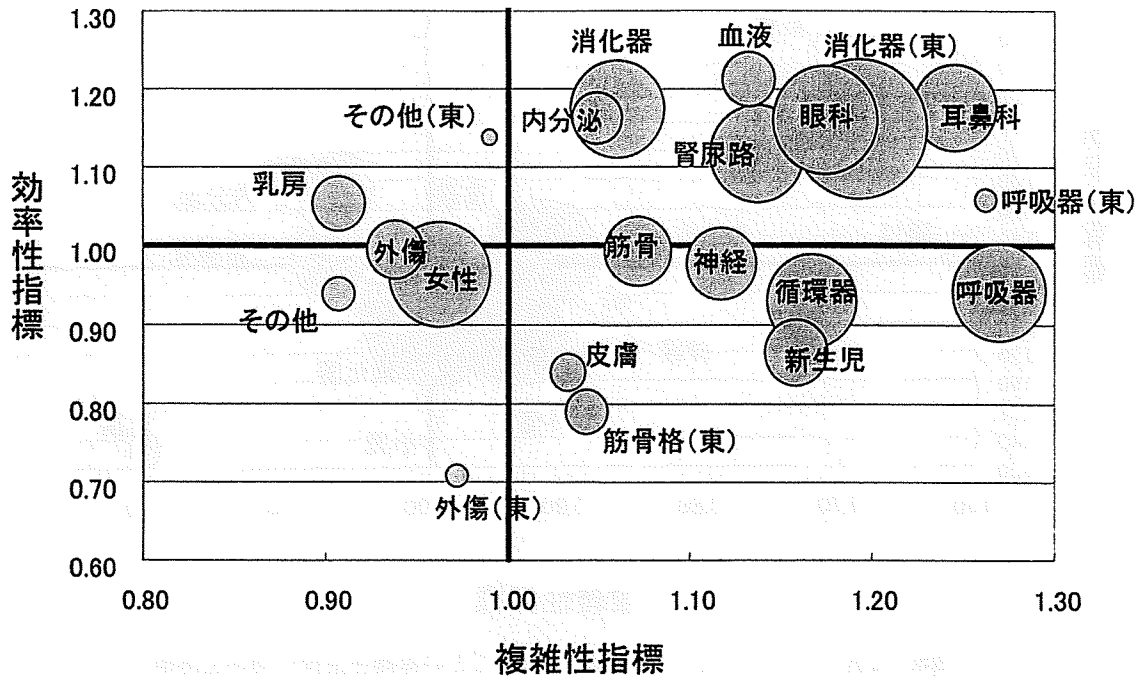


図3. 北里大学病院と北里大学東病院のMDCごとの複雑性指標と効率性指標

「複雑性の指標」「効率性の指標」とも1以上に位置するMDCが全国平均に比べて重症の患者を効率よく診療しているとMDCと判断される。MDC分類は内科・外科・小児科を含むなど必ずしも診療科と一致しないが全体の傾向を推察することはできる。バブルの大きさは症例数の多さを示している。以下の図も同様であるが、バブルの大きさの基準は図によって異なっている。

DPCデータ分析からみた北里大学4病院の位置づけ

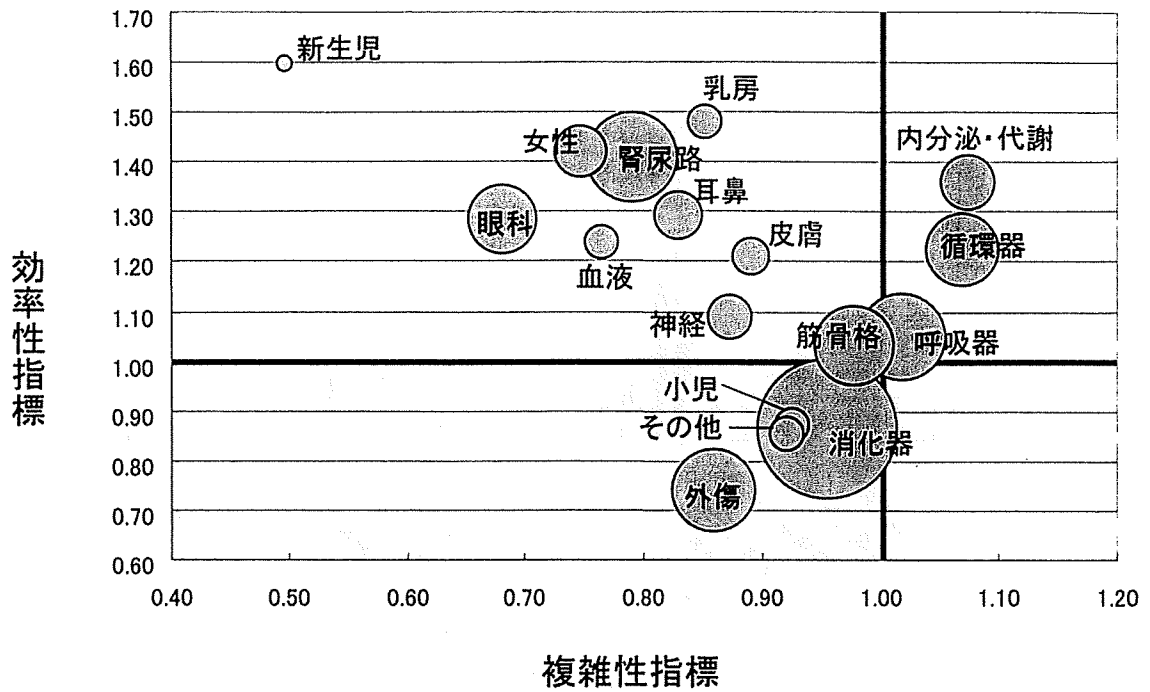


図4. 北里研究所病院のMDCごとの複雑性指標と効率性指標

全体に軽症の患者を効率よく診療しているが、消化器系、外傷については効率性の改善（入院日数の短縮）が望まれる。

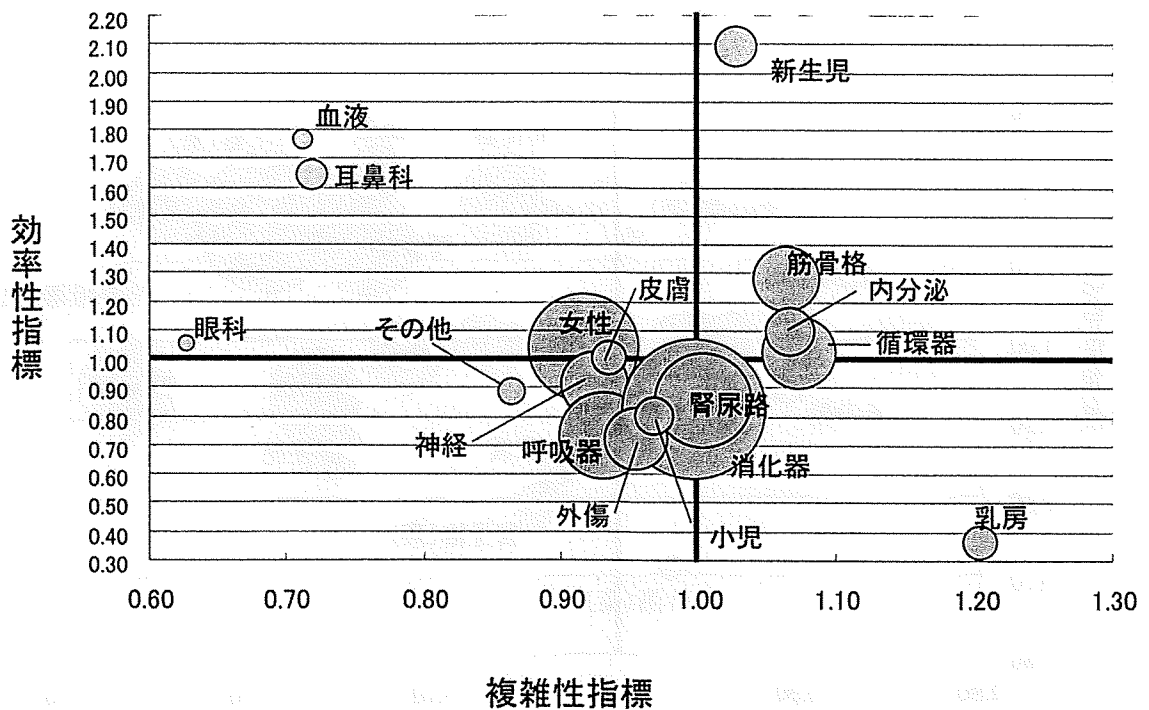


図5. 北里メディカルセンター病院のMDCごとの複雑性指標と効率性指標

大きなバブル（症例数）のMDCが「複雑性の指標」「効率性の指標」とも1以下に位置している。また、バブルの小さい（症例の少ない）MDCが多く、効率性の指標の幅が広い。一部の診療科での医師不足と診療効率のばらつきが示唆される。

渋谷 明隆, 他

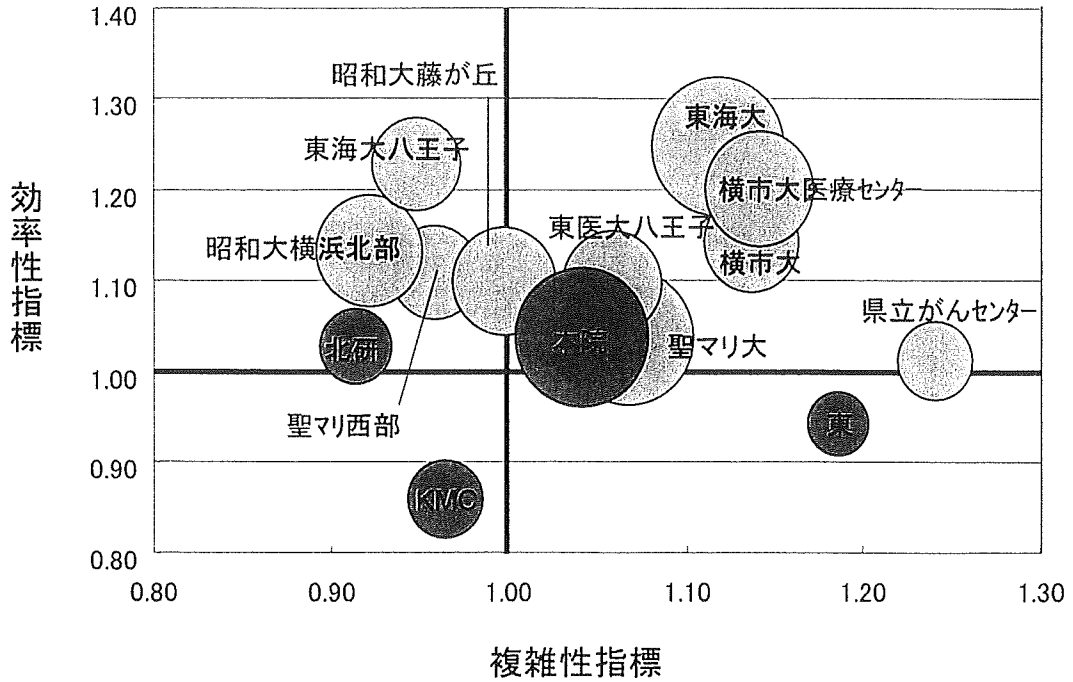


図6. 北里大学病院と医療圏の近い大学病院・特定機能病院との比較
他大学病院と比べ北里の4病院とも効率性指標は低い位置にある。

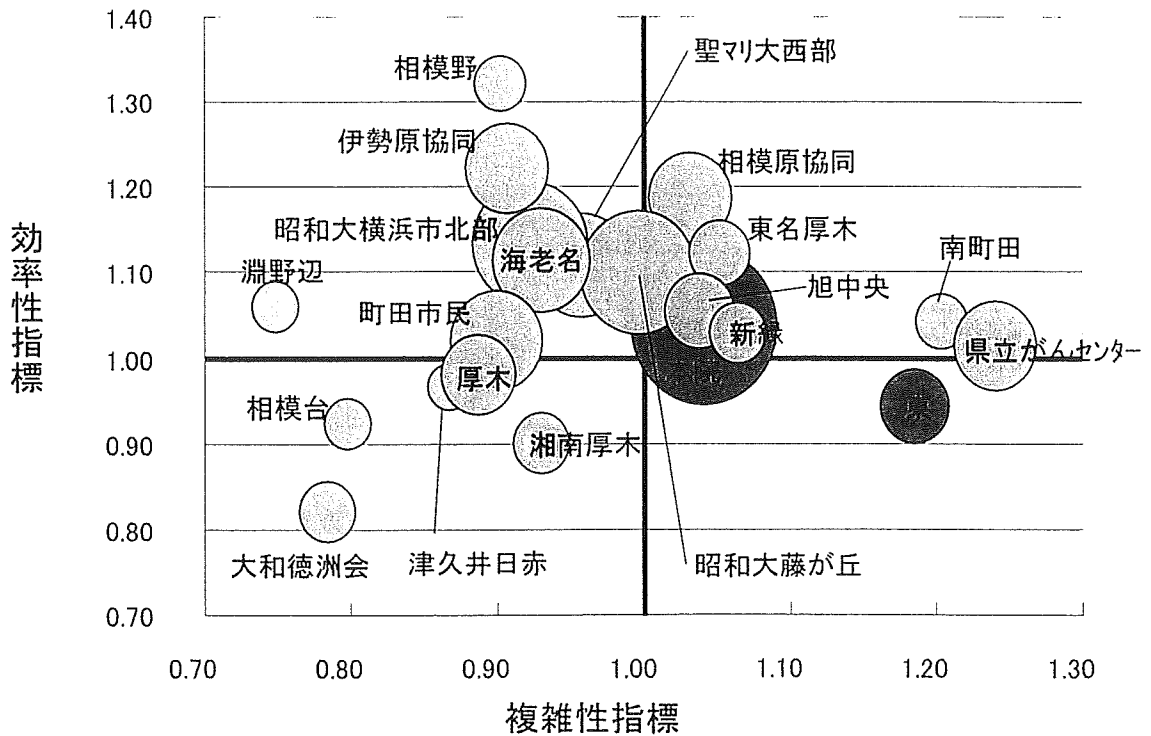


図7. 北里医療圏のDPC病院との比較

この医療圏で複雑性指標が同等の病院と比較しても北里の効率性指標は高いとはいえない。一般病院としては、第2象限に位置して複雑性の低い患者（軽症の患者）を効率よく診療するという経営方針もありうる。

DPCデータ分析からみた北里大学4病院の位置づけ



図8. DPCデータからのSWOT分析

横軸に外部環境を表わす地域内でのシェアをとり、縦軸に自院の患者数を示し内部環境とした。北里の地域での平均シェア18.6%を破線で示した。MDC6の消化器系疾患は地域でも患者数が多い、欄外に印した。

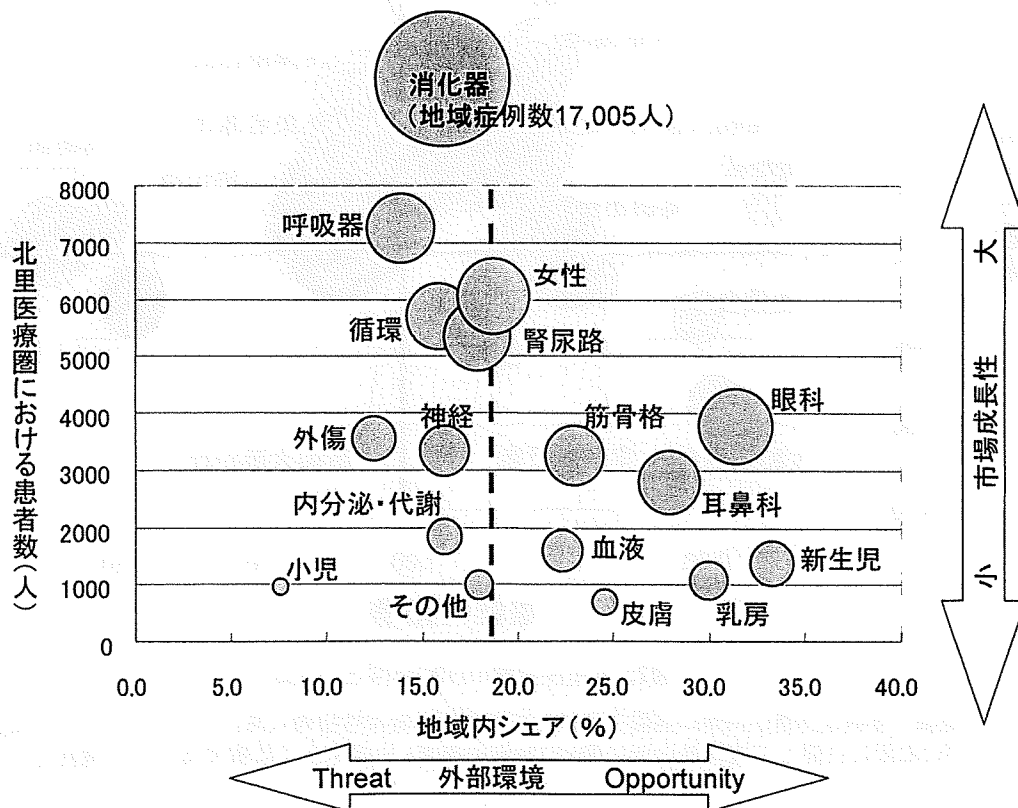
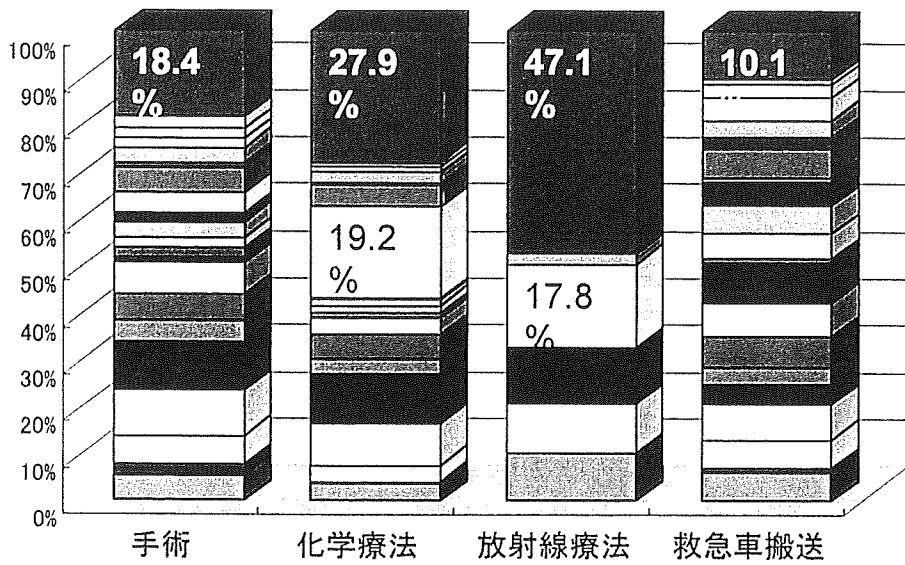


図9. 横軸に地域内でのシェアをとり外部環境とし、縦軸に医療圏全体の患者数を示し市場成長性を表した。バブルの大きさは北里の患者数を相対的に示している。MDC6の消化器系疾患は地域でも患者数が多い、欄外に印した。

渋谷 明隆, 他



■北里大学病院+東病院 □相模台病院 □厚木市立病院 ■津久井赤十字病院 □町田市民病院
 □神奈川県立がんセンター ■南町田病院 □東海大学八王子病院 □海老名総合病院 □伊勢原協同病院
 ■昭和大学横浜市北部病院 □昭和大藤が丘病院 □聖マリ医大西部病院 ■相模野病院 □相模原協同病院

図10. 手術, 化学療法, 放射線, 救急搬送患者診療の地域内シェア

いずれの診療分野でも北里は最もシェアが高い。白抜きで示したカラムは神奈川県立がんセンター病院である。北里は特に化学療法, 放射線療法での地域内シェアが高く, がん診療の分野で重要な役割を担っていることを示している。

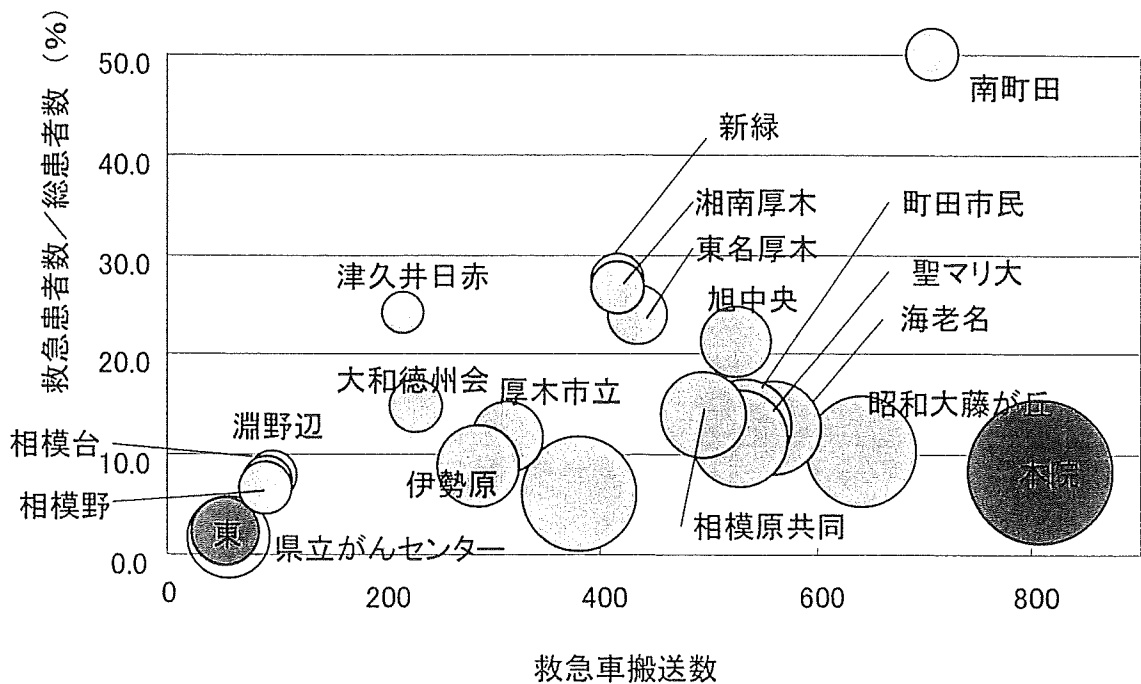


図11. 救急搬送患者数と総患者数に占める救急患者の割合

入院患者のうちどれだけか救急患者に由来しているかを示している。バブルの大きさは全患者数を表す。南町田病院では入院患者の半数は救急搬送患者であるなど, 救急医療に対する各病院の経営方針が如実に表れている。北里は総患者数に対する救急搬送患者の割合は高くはない。特定機能病院として三次救急に特化しているためと考えられる。

DPCデータ分析からみた北里大学4病院の位置づけ

間中のDPC 4,000件数以上)の中での位置づけでは、北里大学病院は、「複雑性の指標」、「効率性の指標」とも1(平均)以上であるが、北里大学東病院では入院患者の「複雑性」(=重症度)は高いが「効率性」は平均より低い(図1)。北研病院は比較的軽症の患者を効率よく診療していると考えられ、KMC病院は「複雑性」「効率性」とも全国平均より下回っていた。北里4病院のMDC分類ごとのDPCの件数を検討すると、北里大学東病院はDPC上、消化器系と筋肉・骨疾患に特化した病院であるが(精神神経科、障害者病棟はDPCに含まれない)、北研病院とKMC病院は眼科系、耳鼻科系、乳房の疾患、血液内科、小児科系などの入院が特に少ない病院であることが示されている(図2)。

2. 主要疾患群分類ごとの分析

北里大学病院と北里大学東病院のMDCごとの「複雑性の指標」と「効率性の指標」では、「複雑性の指標」「効率性の指標」とも1以上(右上の第一象限)に位置するMDCが全国平均に比べて重症の患者を効率よく診療していると判断される(図3)。バブルの大きさは症例数の多さを示している。一方、北研病院(図4)とKMC病院(図5)の指標では、第一象限に存在するMDCは北研病院では内分泌代謝と循環器と呼吸器、KMC病院では新生児、筋骨格、内分泌、循環器であり、これらは各病院の診療の特性を表している。

3. 地域医療圏での北里の位置づけ

神奈川県および東京都南部の大学病院・特定機能病院と北里4病院の「複雑性の指標」と「効率性の指標」を比較した(図6)。この地域では、東海大学病院、横浜市立大学病院、横浜市立大学附属市民総合医療センターが北里大学病院より疾患の重症度が高く、効率性の高い医療を行っていることが示されている。これら特定機能病院のなかで北里の「効率性の指標」は決して高くはない。

北里医療圏に存在する一般病院と比較すると、北里大学病院、北里大学東病院は重症患者の診療において地域で重要な役割を担っているものの、地域の一般病院のなかにも効率性の優れた病院が多く存在していた(図7)。

4. 北里医療圏におけるシェア分析

北里医療圏の外部環境と北里大学病院と北里大学東病院の内部環境についてのSWOT分析として、北里医療圏に存在するDPC病院のMDCごとのDPC総数(入院患者総数)を分母とし、北里大学病院と北里大学東病院の各MDCのシェアを計算した(図8)。縦軸には内部環境の指標として北里大学病院と北里大学東病院の患者数を示した。北里医療圏における北里大学病院、北里大学東病院の全DPCの平均シェアは18.6%であった(図

中の破線)。北里は新生児疾患、眼科系疾患、乳房の疾患、耳鼻科系疾患、皮膚科系疾患、筋骨格系疾患、血液疾患でシェアが高かった。

次に、地域の市場成長性の指標として北里医療圏全体の患者数を縦軸にとり、競争優位性としてMDCごとの北里の占めるシェアとの関係についてPPM分析を行った(図9)。その結果、この医療圏では、消化器系、呼吸器系、女性疾患、循環器系、腎尿路系疾患の患者数が多いことが分かった。

5. 手術、化学療法、放射線、救急搬送患者診療における北里の役割

北里大学病院、北里大学東病院の両病院は北里医療圏の手術、化学療法、放射線療法、救急搬送患者のそれぞれ18.4%、27.9%、47.1%、10.1%を占め、この医療圏で最大規模の診療を担っている(図10)。次に、全患者数(全DPC数)における救急搬送患者数を検討すると、北里は医療圏で最も多い救急搬送患者を受け入れているが、総患者数に占める救急患者の割合が最も高いのは南町田病院であった(図11)。

考 察

1. DPCの特徴

平成21年4月現在、DPC参加病院・準備病院は1,559病院にのぼり、その多くはDPC数2,000以下の地域急性期病院である。特定機能病院の平均DPC数は6,784で、急性期一般病院に比べ患者構成・医療内容に大きな特徴があるにもかかわらず、DPC病院の中では少数派である。DPCの各入院期間区分・診療報酬は全国平均をもとに計算されており、重症患者・合併症患者を多く受け入れている特定機能病院は診療報酬上不利になるため、医療機関係数により補正されているが、この医療機関係数は平成22年度には廃止され、新たに機能評価係数が設定されることになっている。新しい機能評価の内容はまだ確定していないが、「複雑性の指標」と「効率性の指標」が機能評価に採用される方向にあり、特定機能病院としてもさらなる医療の標準化・効率化が求められている。

2. 「複雑性の指標」と「効率性の指標」

「複雑性の指標」とは平均在院日数が長い診断群分類の患者(主に、重症の患者)をどれだけ多く入院させているかを示したものであり、「効率性の指標」とは自院の平均在院日数が全DPC対象病院と比べてどれだけ短いかを指標化したものである⁴⁾。北里4病院をみると4つの象限に1病院ずつが位置しており、それぞれ特徴的な病院といえる。特定機能病院としては重症の患者を効率よく診療する第一象限(右上)を目指すことになるが、地域の急性期一般病院としては第一象限でなくて

渋谷 明隆, 他

も軽症の患者を効率よく診療する第二象限(左上)に位置づけるという経営方針もありうる。がんセンター病院のような特殊な診療内容に特化した病院では「複雑性の指標」「効率性の指標」とも高い傾向にある(図1)。北里大学東病院も重症の消化器疾患に重点を置く病院として「複雑性の指標」は高いところに位置しているが、効率性については改善の余地があり、平成21年春のDPC導入を機に一層の効率的運用・標準的な医療の推進が望まれる。

「複雑性の指標」「効率性の指標」とも高い病院として、東海大学病院、埼玉国際医療センター、自治医大埼玉医療センターに加えて、熊本の2病院があげられている。熊本はクリニカルパス発祥の地であるとともに、病院機能の役割分担を含む先進的な地域連携が確立されている地域であり、今後の北里医療圏における医療提供のありかたのモデルとして注目される。

北研病院は都市型の急性期病院として、比較的軽症の疾患を効率よく診療していると評価される(図1)。しかし、MDCごとの「複雑性の指標」「効率性の指標」を検討すると(図4)、消化器系疾患や外傷などの分野で効率性の向上が望まれる。KMC病院は、眼科、耳鼻科、血液疾患など特定分野でDPC件数が少なく(図2)、総合病院としては診療科目が偏在しており、これらの診療分野の医師不足を反映している。また、KMC病院の効率性指標はMDCによりばらつきが大きいうえに、多くが1以下である(図5)。対策として、埼玉県北部地域のマーケット調査を精緻化し、外部環境、内部環境を適切に評価し、中長期的な経営戦略のもとに必要な人的資源の投入をしたうえで、診療の現場にはパスの導入など医療の標準化を推進する必要がある。

3. 地域医療圏での北里の位置づけ

神奈川・東京近隣の特定機能病院のなかで北里大学病院、北里大学東病院の位置づけをみると、残念ながら「効率性の指標」は低いほうに位置している(図6)。北里医療圏の一般急性期病院のなかで複雑性指標が同等の病院と比較しても北里の効率性指標は高いとはいえない(図7)。同じ疾患(DPC)であっても重症患者や合併症の多い患者の入院が多ければ在院日数が長くなり「効率性指標」は低下することから、特定機能病院ではある程度の“非効率性”はありうるとしても、北里大学病院は東海大学病院、横浜市立大学病院、横浜市大市民医療センターなどに比べると「複雑性の指標」「効率性の指標」とも改善の余地が残されている。相模原には市立病院がないため、北里は長年に亘り特定機能病院としての役割と市民病院的な医療の両者を提供してきているが、一部でメリハリに乏しい医療に陥っている可能性があるのではないかと。本研究では全体の傾向を把握するためにMDCレベルまでの検討にとどめているが、効率性が1以下と評価されるMDCにつ

いては、今後さらに、疾患単位(DPC6桁Codeないしは14桁Code)のレベルまで掘り下げた検証と対策が必要となる。

北里4病院とも「効率性の指標」を改善するためには、疾患別のパスをさらに普及・精緻化し医療の標準化を進める必要がある一方で、単に平均在院日数短縮だけを目標にすると、短期間の入院に濃厚な医療を提供することになり医療安全上の問題が生じるとともに、1日あたりの点数の範囲ではコスト割れする例が増える。さらに地域に入院対象患者がいなければ短い在院日数では病床稼働率を維持できないという問題も生じる。北里の医療の目指す方向性は単なる「効率性の指標」の向上ではなく、限りある資源を有効に配分し、安定的な経営基盤のもとに持続的な成長を遂げ、地域医療機関との連携のなかで高品質の医療を適切に提供することであり、そのためには自院の得意分野を把握するとともに、その疾患の患者マーケットを十分に調査し、経営戦略を策定する必要がある。こうした分析にもDPCデータは有用である。

本研究では自院の得意分野と外部環境分析の手法としてDPCデータからSWOT分析とPPMによる分析を行ったが(図8, 9)、その評価には通常の企業活動とは異なる医療経営独自の視点が必要となる。眼科系疾患、耳鼻科系疾患、筋骨格疾患は患者数が多く地域シェアも高いことから、北里の「花形製品」と位置づけられる。新生児、血液系、乳房の疾患、皮膚・皮下組織の疾患は医療圏における患者数が少ないなかで地域シェアが高いことから、この分野で北里はすでに重要な役割を担っているものの今後の大幅な需要増加は見込めない可能性があり、規模拡大路線ではなく運営の充実・効率化が期待される。消化器、女性疾患、腎尿路系疾患、呼吸器系、循環器系疾患では医療圏での患者数が多くシェア拡大の可能性があり、各分野のなかで焦点を絞り資源を集中し、特徴を明確にする戦略が考えられる。神経系、外傷、内分泌代謝疾患の分野では特色を活かした地域シェア拡大への戦略が期待される。この研究ではMDCごとの収支分析は除外したが、シェアの高いMDCが必ずしも収益性の高いMDCとは言えない。今後、診療科ごとの収支や原価計算を取り入れたDPCデータの分析が必要と考える。

手術、化学療法、放射線療法における地域シェアをみると、北里はこの医療圏で重篤な疾患の診療に大きな役割を果たしていることが明らかである(図10)。とりわけがん診療に関連して、化学療法、放射線療法の地域シェアは27.9%、47.1%と、県立がんセンターのそれ(それぞれ19.2%、17.8%)より高い。新病院では目玉として集学的がん治療センターを設置し、この分野で北里医療圏のみならず全国区への展開を期している。

救急医療の分野で北里は救急搬送患者数が地域の10.1%を占めるが、総患者数に占める割合は高くない

DPCデータ分析からみた北里大学4病院の位置づけ

(図11)。これは特定機能病院として三次救急に特化しているためと考えられる。一方でこの地域では南町田病院の総入院患者数に占める救急搬送患者割合が突出して高い。このようにDPCデータから自院のみならず他院の経営方針まで伺い知ることができ、経営戦略を策定するうえでの重要な資料といえる。

4. DPCデータの限界

以上、公開されているDPCデータから地域医療の市場分析を試みたが、DPC分析には注意すべき限界もある。第一に、DPC病院のデータは地域医療の全てを反映しているわけではない。北里医療圏の場合、厚労省の患者調査とつぎ合わせるとDPC病院の患者数はこの医療圏全体の約1/2~1/3をカバーしているに過ぎない。第二に、DPC Codeとして医療資源を最も投入した1病名を選択することから、合併症の多い患者の状況が把握できない。さらにMDC分類と診療科の構成が必ずしも一致していない。例えばMDC06は消化器・肝臓胆嚢膵臓疾患であるが、内科と外科の区別はしていない。第三に、小児はそれぞれのMDCに含まれる症例が多く、MDC15小児疾患系として独立して扱われる症例数は少ないため経営データとして評価しにくい。さらに、効率性指標の算出の際には、対象病院に患者が存在しないDPC分類の平均在院日数については仮定が必要で、全国平均の平均在院日数を仮にあてはめて算出する方法が一般に用いられているが、DPC分類のカバー率が低い場合(北里大学病院で48.80%、北里大学東病院で14.81%)には信頼性が十分ではない。多くのDPC対象病院に当てはまるDPC分類を選択したコアのDPC分類群を元に効率性指標を算出する試みもあり、未だ、合理的な効率性指標の概念が確立している訳で

はない。以上のような限界を把握したうえでなお、DPCはこれまでにない全国基準のデータとして自院の位置づけや医療圏の環境を客観的に示すものである。このようにDPCは単なる診療報酬請求上の包括医療制度ではなく、医療情報の標準化のツールであり、自院のデータや公表されているデータを分析することにより、医療の標準化と質の向上、ベンチマーク、地域の患者マーケット調査など病院経営に応用することができる。ここに示した結果はDPC分析で得られるものの一部であり、今後は収支を含めたさらに精緻化したDPC分析により、エビデンスに基づく医療経営に役立つものと考えている。

謝辞

この研究は厚生労働科学研究費補助金「難治性疾患の医療費構造に関する研究」と、文部科学省北里大学・青山学院大学戦略的連携支援事業「ヘルスケア・ソリューション研究」の支援を得て行われた。

文 献

- 1) 松田晋也: DPCとこれからの医療政策—DPCと病院マネジメント—。松田晋也編, じほう, 東京, 2005, p. 2-19
- 2) 松田晋也: 新しい病院マネジメントの考え方—DPCと病院マネジメント—。松田晋也編, じほう, 東京, 2005, p.20-31.
- 3) 橋本英樹: 医療経営概論, 医療経営の基本と実務 上巻 [戦略編]。KPMGヘルスケアジャパン編, 日経メディカル開発, 東京, 2006, p.1-16.
- 4) 阿部賢則: 経営戦略, 医療経営の基本と実務 上巻 [戦略編]。KPMGヘルスケアジャパン編, 日経メディカル開発, 東京, 2006, p.17-90.
- 5) 伏見清秀: DPCデータ活用ブック 第2版。じほう, 東京, 2008, p.31-76.

渋谷 明隆, 他

Title positioning of Kitasato University hospitals based on DPC data analyses

Akitaka Shibuya,^{1,3} Hirosuke Kobayashi^{2,3}¹Department of Risk Management and Health Care Administration, Kitasato University School of Medicine²Department of Medical Engineering and Technology, Kitasato University School of Allied Health Sciences³Project Team A, Operations Management, Kitasato University Hospital

Background: The Diagnosis Procedure Combination, DPC, is the inclusive payment system in Japan, providing data useful to healthcare management bodies.

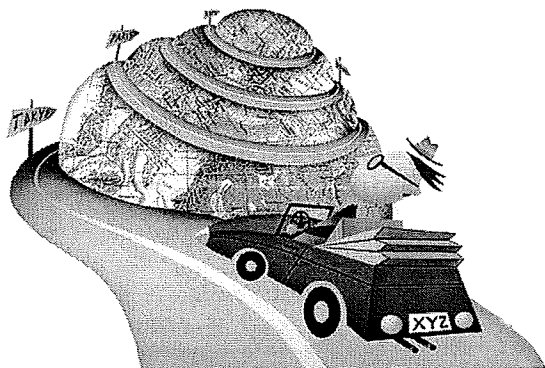
Method: The overall management of the four Kitasato University hospitals was evaluated on the basis of DPC data so far published by the Japanese Ministry of Health, Labour and Welfare in 2009. We also performed a market analysis and SWOT (Strength, Weakness, Opportunity, Threat) analysis using DPC data.

Results: Kitasato University Hospital treated serious illnesses with more efficiency than the average Japanese hospital, but Kitasato University East Hospital was inefficient at treating such illnesses. Kitasato Institute Hospital treated mild diseases efficiently but Kitasato Medical Center was not efficient in the treatment of mild cases. Within the medical market, Kitasato University Hospital played an important role in the treatment of seriously ill patients, especially in the field of cancer.

Conclusions: DPC is not only an inclusive payment system, but it can also serve as a tool for treatment standardization. DPC provides data usable for improving the quality of medical care, for benchmark studies and for market analyses, all of which contribute to hospital management.

Key words: DPC, health care management, medical quality, medical market analysis, SWOT analysis

シリーズ 第12回



本連載の第1回「偶然によるばらつきとは：論文のデータをシミュレートする」で、平均値と標準偏差が分かっている場合、その集団からのランダムサンプルの平均値がどのような分布をするかを、Microsoft Excelを用いたシミュレーションで知ることができることを紹介した。Personal Computer (PC)が広く使われるIT機器となっている現在、PCによるシミュレーションは統計解析において、有力なツールとなる。前回第11回「Rを用いた項目応答理論による解析の実際」で紹介したRは統計解析用のフリーソフトとして、さまざまな解析に用いることができるが、強力なシミュレーションの関数を備えており、Excelよりも容易にシミュレーションを行うことができる。ここでいうシミュレーションとはモンテカルロ・シミュレーションのことである。

PCを用いたマルコフ連鎖モンテカルロシミュレーションMarkov Chain Monte Carlo (MCMC) simulationはベイズ統計解析で使用され、データを得た際の事後確率分布を求めるのに用いられている。事後確率分布を得るためのアルゴリズムの一つであるGibbs samplerを用いるWin BUGSはフリーソフトであり、広く用いられているが、Rも同様の解析に用いることができる。他にも、市販のソフトも含め、PCによるシミュレーションは統計解析の分野で広く用いられつつある。

今回は、Rを用いていくつかのシミュレーションを行い、サンプルサイズの算出や信頼区間の算出に応用してみたい。RはThe Comprehensive R Archive Network (CRAN)のホームページ (<http://cran.r-project.org/>)からダウンロードできるが、インストールについては前回は参照されたい。

正規分布に従う母集団からランダムサンプルを得る

サンプルが正規分布に従う場合、その母集団からラ

Rを用いた シミュレーションによる サンプルサイズの算出

森實 敏夫

Morizane Toshio

神奈川歯科大学 内科

ンダムに抽出したサンプルを得ることを行ってみよう。rnorm (サンプル数, 平均値, 標準偏差) がそのための関数である。たとえば、母集団の平均値が120、標準偏差が10の正規分布に従う場合、ランダムサンプルを100得て、その分布をみる場合、Rでは次のように記述する：

```
> rnd_sample1 = rnorm(100, 120, 10)
```

rnd_sample1は任意に定めた変数である。このように記述し、Enterキーを押すと、この変数に100個の値がベクトルとして格納される。ベクトルは、コンピュータ・プログラミングでは、配列に相当し、100個の値が番号が付けられて順番に並んでいるものである。

たとえば、次のように記述して、Enterキーを押すと、このベクトルに格納されている値が100個表示される：

```
< rnd_sample1  
[1] 107.99175 115.94839 119.75685 131.01354  
130.74986 136.51626 128.48748  
[8] 113.11323 125.73524 111.96516 98.11553  
141.38978 125.29227 119.92777  
途中省略  
[92] 135.50827 123.75773 121.4938  
134.53572 119.71783 109.34538  
128.19721  
[99] 116.20649 104.15110
```

もし、10番目の値を知りたいければ、次のように記述する：

```
< rnd_sample1[10]  
[1] 111.9652
```

確かに10番目の値が表示される。

さらに、93番目から97番目までの5個の値を知りたいければ、次のように記述する：

```
> rnd_sample1[93:97]  
[1] 123.7577 121.4938 134.5357 119.7178  
109.3454
```

確かに、93番目から97番目までの5個の値が表示されている。

rnd_sample1という変数に平均値120、標準偏差10の正規分布に従う母集団からのランダムサンプルが100個格納されているという意味が理解されたと思う。

この100個のランダムサンプルの分布をヒストグラムで見ると、hist()という関数によって、簡単にできる。

記述の仕方は、hist(変数名, xlab=" x軸ラベル", ylab=" y軸ラベル", main=" タイトル")で、さらに、add=TRUEを加えると、前の図に重ねて描画する。また、freq=FALSEを加えると、縦軸が率で表わされる。単に分布を確認するためにヒストグラムを表示するのであれば、hist(変数名)だけで十分である。

それでは、次のように記述してrnd_sample1の分布を見てみよう。より正確に表現するのであれば、rnd_sample1という変数に格納されている100個の値の分布である：

```
< hist(rnd_sample1)
別ウインドウに図1のようなグラフが表示される。
```

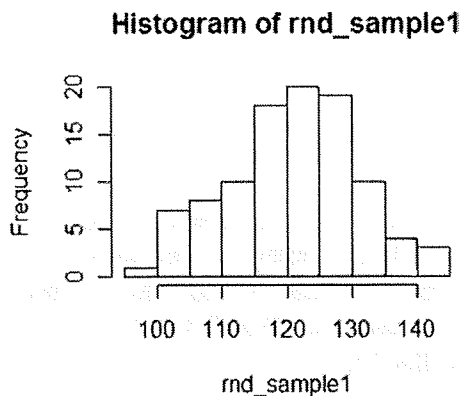


図1. 平均値120、標準偏差10の母集団からのランダムサンプル100個の分布を示すヒストグラム

それでは、これら100個のランダムサンプルの平均値やばらつきについて見てみよう。

まず、summary()関数である：

```
> summary(rnd_sample1)
Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max.
 98.12 114.70 121.30 120.90 127.40 144.60
最小値、第1四分位、中央値、平均値、第3四分位、最大値が表示される。
```

次に、mean()関数で平均値、sd()関数で標準偏差を求める：

```
> mean(rnd_sample1)
[1] 120.8771
> sd(rnd_sample1)
[1] 9.7015
```

なお、var()関数で分散を求めることができる。sqrt(var(rnd_sample1))で標準偏差を求めることもできる。

95%信頼区間は、quantile(変数名, c(0.025, 97.5))で求めることができる。

```
> quantile(rnd_sample1, c(0.025, 0.975))
 2.5% 97.5%
101.8213 139.5924
```

quantile(変数名, c(0.05, 0.95))とすれば、90%信頼区間となる。

以上の検討から、これら100個のランダムサンプルの平均値は母集団の平均値に近似し、標準偏差も母集団の標準偏差に近似していることが分かる

また、ヒストグラムの形からも、いわゆる"釣鐘型"をしており、正規分布に近似しているように見える。

それでは、正規分布に従った分布かどうかをShapiro-Wilk検定で見てみることにする。Rでは関数shapiro.test(変数名)が用意されている。次のように記述する：

```
> shapiro.test(rnd_sample1)
Shapiro-Wilk normality test
data: rnd_sample1
W = 0.9904, p-value = 0.6943
```

P値が0.6943と0.05よりは大きいので、正規分布に従うということがいえる。

もう一つの同様の関数としてKolmogorov-Smirnov検定用の関数ks.test(変数名, "pnorm", mean=平均値, sd=標準偏差)が用意されており、次のように記述する：

```
> ks.test(rnd_sample1, "pnorm", mean =
mean(rnd_sample1), sd = sqrt(var(rnd_sample1)))
One-sample Kolmogorov-Smirnov test
```

```
data: rnd_sample1
D = 0.0636, p-value = 0.8128
alternative hypothesis: two-sided
```

この検定でも、P値は0.8128なので有意とは言えず、正規分布に従うと判定することができる。これら2つの検定は、帰無仮説が「正規分布に従う」なので、それを棄却できなければ、正規分布に従うと言える。

以上の試行から、ランダムサンプルであれば、①その平均値と標準偏差は母集団の平均値と標準偏差に近似するという事、②母集団が正規分布に従う場合、ランダムサンプルも正規分布に従うということ、が示された。

サンプルの平均値の分布

それでは、それぞれのサンプルの値ではなく、サンプルの平均値の分布がどうなるかをシミュレーションしてみよう。上記のごとく、たとえば、100個のランダムサンプルを1回抽出して、その平均値を算出することを多数繰り返す、その多数の平均値の分布を見ればよいということになる。

Rには繰り返しの関数として、replicate(回数,