

適応を変えることによって、費用対効果を改善させることが可能である。

SAVE-J study では、院外心肺停止の予後を有意に改善させることが明らかとなった。今後、ECPR の適応を考えるあたり、予後の改善のみではなく、費用対効果についても考慮していく必要がある。

## E. 結論

SAVE-J の適格基準を満たす症例では、ICER が約 858 万円/QALY と算出され、費用対効果に優れているとは言えない。

しかし、ECPR の適応基準を再考すると費用対効果に見合う治療となる可能性がある。

## F. 研究発表

### 1. 発表論文

特になし

### 2. 学会発表

- 1) 渥美生弘、坂本哲也、森村尚登、他、ECPR の適応を考える・SAVE-J study 費用対効果の検討から・第 41 回日本救急医学会学術集会
- 2) T Atsumi, T Sakamoto, N Morimura, et al. ECPR indication criteria from the cost effectiveness study of SAVE-J-Resuscitation science symposium 2013

## G. 知的財産権の出願・登録状況

### 1. 特許取得

特になし

### 2. 実用新案登録

特になし

### 3. その他

特になし

## 参考文献

- 1) Merchant RM, Becker LB, Abella BS, et al. Circ Cardiovasc Qual Outcomes. 2009 ;2(5):421-8.
- 2) Shiroiwa T, Sung YK, Fukuda K, et al. Health Econ. 2010; 19(4): 422-37.

経皮的心肺補助装置（PCPS）に関する研究；  
低体温療法・冠動脈インターベンション

研究分担者 長尾 建 駿河台日本大学病院 循環器科 教授

研究要旨

標準的心肺蘇生(CPR)に反応しない心停止患者に対して、経皮的心肺補助装置(PCPS)を用いた extracorporeal CPR(ECPR)の evidence based medicine(EBM)は明らかでない。2007年～2011年にかけて旧坂本班、心肺停止患者に対する心肺蘇生補助装置等を用いた高度救命処置の効果と費用に関する多施設共同研究(SAVE-J)に分担研究者として参加した。そして、この全体(454例)の解析成績を2014年に Resuscitation 誌に報告した。そこで、本年度(2013年度)の分担研究の目的は、2012年度の文献検索(2012年度分担研究)に2013年度の文献検索(低体温療法・PCI)を加え、PCPS 駆動下の低体温療法・PCI の課題を探究することとした。この結果、1) 急性冠症候群(Acute coronary syndrome; ACS)またはその疑い例のみを抽出。2) かかる例に限定し PCPS 群と Control 群の転帰を比較。2) PCPS と低体温療法を併用した ACS 例に限定し、転帰に対する低体温療法の戦術(目標深部体温、冷却持続時間等)を検証。3) PCPS・低体温療法・PCI を併用した ACS 例に限定し、転帰に対する PCI の効果(再灌流成功等)を検証することが必要であると結論した。尚、この解析成績は、2014年の学会(日本・欧州)で発表し論文化する予定である。

A. 研究目的

2007年～2011年にかけて旧坂本班、心肺停止患者に対する心肺蘇生補助装置等を用いた高度救命処置の効果と費用に関する多施設共同研究(SAVE-J)データの中から、院外心停止の原因が ACS またはその疑い例を抽出し、その分析課題を明らかにすることとした。

B. 研究方法

英語論文の文献的検索

2012年度の本研究として下記の英語論文を分析(2012年度の分担研究報告書を参照)した。

1. International Liaison Committee on Resuscitation. 2010 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. Circulation 2010; 122: s-249-s-638.
2. American Heart Association. 2010 American Heart Association Guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. Circulation 2010; 122: s-639-s-946.

3. Japan Resuscitation Council. 2010 Japan Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation. 1st ed. (Supervision, Japan Resuscitation Council and Japanese Foundation for Emergency Medicine), Tokyo: Health Shuppansha, 2010, pp. 1-446. (In Japanese).
4. Martin GB, Rivers EP, Paradis NA, Goetting MG, Morris DC, Nowak RM. Emergency department cardiopulmonary bypass in the treatment of human cardiac arrest. *Chest* 1998; 113: 743 - 751.
5. Younger JG, Schreiner RJ, Swaniker F, Hirshl RB, Chpman RA, Bartlett RH. Extracorporeal resuscitation of cardiac arrest. *Acad Emerg Med* 1999; 6: 700 - 707.
6. Nagao K, Hayashi N, Arima K, Ooiwa K, Kikushima K, Anazawa T, et al. Effects of combined emergency percutaneous cardiopulmonary support and reperfusion treatment in patients with refractory ventricular fibrillation complicating acute myocardial infarction. *Intern Med* 1999; 38: 710 - 716.
7. Nagao K, Hayashi N, Kanmatsuse K, Arima K, Ohtsuki J, Kikushima K, et al. Cardiopulmonary cerebral resuscitation using emergency cardiopulmonary bypass, coronary reperfusion therapy and mild hypothermia in patients with cardiac arrest outside the hospital. *J Am Coll Cardiol* 2000; 36: 776 -783.
8. Chen Y-S, Chao A, Yu H-Y, Ko WJ, Wu IH, Chen RJC, et al: Analysis and results of prolonged resuscitation in cardiac arrest patients rescued by extracorporeal membrane oxygenation. *J Am Coll Cardiol*. 2003; 41: 197-203.
9. Chen Y-S, Weilin J, Yu H-Y, Ko WJ, Jerny JS, Chang WT, et al. Cardiopulmonary resuscitation with assisted extracorporeal life-support versus conventional cardiopulmonary resuscitation in adults with in-hospital cardiac arrest: an observational study and propensity analysis. *Lancet* 2008; 372: 554-561.
10. Chen YS, Yu HY, Huang SC, Lin JW, Chi NH, Wanget CH, et al: Extracorporeal membrane oxygenation support can extend the duration of cardiopulmonary resuscitation. *Crit Care Med* 2008; 36:2529-2535.
11. Shin TG, Choi JH, Jo IKJ, Sim MS, Song HG, Jeong YK, et al. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in patients with in-hospital cardiac arrest: A comparison with conventional cardiopulmonary resuscitation. *Crit Care Med* 2011; 39:1-7.
12. Hase M, Tsuchihashi K, Fujii N, Nishizato K, Kokubu N, Nara S, et al. Early defibrillation and circulatory support can provide better long-term outcomes through favorable neurological recovery in patients with out-of-hospital cardiac arrest of cardiac origin. *Circ J* 2005; 69:1302-1307.
13. Aoyama N, Imai H, Kono K, Kato S, Fukuda N, Kurosawa T, et al. Patient selection and therapeutic strategy for emergency percutaneous cardiopulmonary system in cardiopulmonary arrest. *Circ J* 2009; 73: 1416 - 1422.
14. Kagawa E, Inoue I, Kawagoe T, Ishihara M,

- Shimatani Y, Kurisu S, et al. Assessment of outcomes and differences between in- and out-of-hospital cardiac arrest patients treated with cardiopulmonary resuscitation using extracorporeal life support. *Resuscitation* 2010; 81: 968-973.
15. Nagao K, Kikushima K, Watanabe K, Tachibana E, Tominaga, Y, Tada K, et al. Early induction of hypothermia during cardiac arrest improves neurological outcomes in patients with out-of-hospital cardiac arrest who undergo emergency cardiopulmonary bypass and percutaneous coronary intervention. *Circ J*, 2010; 74: 77-85.
  16. Morimura N, Sakamoto T, Nagao K, Asai Y, Yokota H, Tahara Y, et al. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest: A review of the Japanese literature. *Resuscitation* 2011; 82 : 10-14.
  17. Dumas F, White L, Stubbs BA, Cariou A, Rea TD. Role of Percutaneous Coronary Intervention and Therapeutic Hypothermia. *J Am Coll Cardiol* 2012;60:21–27.
  18. Kern KB. Optimal treatment of patients surviving out-of-hospital cardiac arrest. *J Am Coll Cardiol Intv* 2012;5:597–605.
  19. Kagawa E, Dote K, Kato M, Sasaki S, Nakano Y, Kajikawa M, et al. Should We Emergently Revascularize Occluded Coronaries for Cardiac Arrest?: Rapid-Response Extracorporeal Membrane Oxygenation and Intra-Arrest Percutaneous Coronary Intervention. *Circulation* 2012;126:1605-1613.
  20. Maekawa K, Tanno K, Hase M, Mori K, Asai Y. Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation for Patients With Out-of-Hospital Cardiac Arrest of Cardiac Origin: A Propensity-Matched Study and Predictor Analysis. *Crit Care Med* 2013; 41: DOI: 10.1097/CCM.0b013e31827ca4c8.
- 2013 年度の本研究として下記の英語論文の分析を追加した。
1. Nielsen N, Wetterslev J, Cronberg T, Erlinge D, Gasche Y, Hassager C, et al. for the TTM Trial Investigators. Targeted temperature management at 33°C versus 36°C after cardiac arrest. *N Engl J Med* 2013;369:2197-206.
  2. Lopez-de-Sa E, Rey JR, Armada E, Salinas P, Viana-Tejedor A, Espinosa-Garcia S, et al. Hypothermia in comatose survivors from out-of-hospital cardiac arrest pilot trial comparing 2 levels of target temperature. *Circulation*. 2012;126: 2826-2833
  3. Kim F, Nichol G, Maynard C, Hallstrom A, Kudenchuk PJ, Rea T, et al. Effect of prehospital induction of mild hypothermia on survival and neurological status among adults with cardiac arrest. A randomized clinical trial. *JAMA*. doi:10.1001/jama.2013.282173
  4. Erlinge D, Götberg M, Lang I, Holzer M, Noc M, Clemmensen P, Jensen U, Metzler B, James S, Bötter HE, Omerovic E, Engblom H, Carlsson M, Arheden H, Östlund O, Wallentin L, Harnek J, Olivecrona GK. Rapid endovascular catheter core cooling combined with cold saline as an adjunct to

percutaneous coronary intervention for the treatment of acute myocardial infarction (The CHILL-MI trial): J Am Coll Cardiol. Doi:10.1016/j.jacc.2013.12.027.

5. Sakamoto T, Morimura N, Nagao K, Asai Y, Yokota H, Nara S, Hase M, Tahara Y, Atsumi T, SAVE-J Study Group: Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation versus conventional cardiopulmonary resuscitation in adults with out-of-hospital cardiac arrest: A prospective observational study. Resuscitation. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2014.01.031>.

(倫理面への配慮)

すでに倫理面への配慮がなされている論文の検索であることより、今回の研究に対する倫理面への配慮は必要がないと考えた。

## C. 研究結果

上記の2012年度と2013年度の論文を分析し、下記の検証課題(●印)を得た。

そこで、PCPS駆動下の低体温療法・PCIの効果を検証する手法を考案(◆印)した。

●院外心停止例のECPRの共通適応規準として以下の項目が挙げられた。

1. 成人 75歳以下
2. 心臓性心停止
3. 院外心停止では心室細動・無脈性心室頻拍(初回心停止波形)の例
4. ER搬送時心拍再開が得られていない例

◆SAVE-J研究の患者適応規準は、上記の規準を全て満たしていた。PCPS駆動下の低体温療法・PCIの効果の検証には、院外心停止患者からACSまたはその疑い例に限定し分析する必

要があると考えた。

### ●PCPS駆動までの時間

神経学的転帰の改善には、正常体温管理下では心停止からPCPS駆動までの時間が強く関与していた。

◆本分担研究では、PCPS群の心停止から病院収容(ER)までの時間とERからPCPS開始までの時間が転帰に関与するか否かを分析する必要があると考えた。

### ●低体温療法の併用

神経学的転帰の改善には、低体温療法施行例が体温非管理例に比し有用であった。

しかし、院外心停止・心拍再開例に対するPCPS非施行例の低体温療法の開始時期は、救急現場で可及的速やかに開始しても、ER収容後に開始しても、その神経学的転帰の改善は同等であった。一方、PCPS施行例の院外心停止に対する低体温療法の開始時期は、心拍再開前からの低体温療法(Intra-arrest Cooling)が有効であったとする報告があった。

低体温療法の目標深部体温は、32度が34度より有用とした報告、33度と36度は同等であったとする報告があった。一方、低体温療法の冷却持続時間の検証は不足していた。

◆本分担研究では、低体温療法の開始時期と目標深部体温が転帰に関与するか否かを分析する必要があると考えた。さらに、冷却持続時間の分析も必要であると考えた。

### ●PCIとの併用

標準的CPRで心拍再開が得られた急性心筋梗塞例に対するPCIは有効である。しかし、標準的CPRで心拍再開が得られずPCPS下のPCIの効果を検証した報告はごく少数であった。PSPS作動中、すなわち心停止中からのPCIは有用であったとする報告があった。

◆本分担研究では、PCPS駆動下のPCIの効果

を検証する必要があると考えた。

PCPS 例の PCI は、PCPS 駆動下に実施されていたが、PCI 開始までの時間と自己心拍再開までの時間の入力項目が欠損していた。

#### ●低体温療法と PCI の併用

標準的 CPR で心拍再開が得られた急性心筋梗塞例に対する低体温療法と PCI の併用は、両者併用例、PCI のみ併用、低体温療法のみ併用が両者非併用に比し 長期予後を改善させたとする報告があった。しかし、標準的 CPR で心拍再開が得られず PCPS を用いた低体温療法と PCI の併用の効果を検証した報告はごく少数であった。低体温療法を PCPS 駆動前から開始し、PCPS 作動中（心停止中）の PCI は、心拍再開後の心筋機能不全を軽減し神経学的転帰の改善に有用であったとする報告があった。

◆本分担研究では、PCPS 駆動下の低体温療法・PCI が転帰に関与するか否かを分析する必要があると考えた。

#### D. 考察

PCPS を用いた ECPR 臨床研究論文は少なく、さらに、PCPS 下の低体温療法・PCI の効果を検証した論文は、ごく少数であった。SAVE-J 研究は、PCPS を用いた ECPR に低体温療法・PCI を併用した多施設前向き臨床先進的試験であった。この成績は標準的心肺蘇生（Cardiopulmonary resuscitation; CPR）に反応しない院外心停止患者の神経学的転帰を約 10 倍改善させた（Resuscitation xxx (2014) xxx-xxx journal homepage:www.elsevier.com/locate/resuscitation)。そこで、本分担研究では、PCPS 駆動下の低体温療法・PCI の効果を検証する手法を探究することとした。この結果、

1) 急性冠症候群(Acute coronary syndrome; ACS)またはその疑い例のみ抽出。

2) かかる ACS 例に限定し PCPS 群と Control 群の転帰を比較。

3) PCPS と低体温療法を併用したかかる ACS 例に限定し、転帰に対する低体温療法の戦術（目標深部体温、冷却持続時間等）を検証。

4) PCPS・低体温療法・PCI を併用した ACS 例に限定し、転帰に対する PCI の効果（再灌流成功等）を検証することが必要であると結論した。

PCPS 駆動下の低体温療法・PCI は、我が国のみならず、世界の院外心停止患者の転帰を改善される先進的な CPR になる可能性があると考えた。

#### E. 結論

PCPS 下の低体温療法・PCI の効果を検証した論文は、ごく少数であった。SAVE-J（多施設前向き臨床先進的試験）は、標準的心肺蘇生（CPR）に反応しない心停止患者の神経学的転帰を改善させると成績を得た。そこで、本分担研究では、ACS 例に対するかかる治療戦略を詳細に解析する手法を探究した。2014 年度にこの解析結果（PCPS 駆動下の低体温療法・PCI）を報告・論文化する予定である。

院外心停止に陥り標準的 CPR に反応しない ACS 例に対する PCPS 下の低体温療法・PCI の効果を詳細に検証し、我が国の救急医療体制の構築に寄与したい。

#### F. 研究発表

##### 1. 論文発表

1. Nagao K, Hayashi N, Arima K, Ooiwa K, Kikushima K, Anazawa T, et al. Effects of combined emergency percutaneous cardiopulmonary support and reperfusion treatment in patients with refractory ventricular fibrillation complicating acute myocardial infarction. Intern Med 1999;38: 710-716.

2. Nagao K, Hayashi N, Kanmatsuse K,

- Arima K, Ohtsuki J, Kikushima K, et al. Cardiopulmonary cerebral resuscitation using emergency cardiopulmonary bypass, coronary reperfusion therapy and mild hypothermia in patients with cardiac arrest outside the hospital. *J Am Coll Cardiol* 2000;36:776-783.
3. Nagao K, Kikushima K, Watanabe K, Tachibana E, Tominaga Y, Tada K, et al. Early induction of hypothermia during cardiac arrest improves neurological outcomes in patients with out-of-hospital cardiac arrest who undergo emergency cardiopulmonary bypass and percutaneous coronary intervention. *Circ J*, 2010;74: 77-85.
  4. Morimura N, Sakamoto T, Nagao K, Asai Y, Yokota H, Tahara Y, et al. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest: A review of the Japanese literature. *Resuscitation* 2011;82:10-14.
  5. Nagao K. Therapeutic hypothermia following resuscitation. *Curr Opin Crit Care* 2012;18:239-245.
  6. Iwami T, Kitamura T, Kawamura T, Mitamura H, Nagao K, Takayama M, Seino Y, Tanaka H, Nonogi H, Yonemoto N, Kimura T: Chest compression-only cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest with public-access defibrillation: A nationwide cohort study. *Circulation* 2012;126(24):2844-2851.
  7. Kitamura T, Iwami T, Kawamura T, Nitta M, Nagao K, Nonogi H, Yonemoto N, Kimura T: Nationwide improvements in survival from out-of-hospital cardiac arrest in Japan. *Circulation* 2012;126(24): 2834-2843.
  8. Yagi T, Nagao K, Sakatani K, Kawamorita T, Soga T, Kikushima K, Watanabe K, Tachibana E, Tominaga Y, Tada K, Ishii M, Chiba N, Nishikawa K, Matsuzaki M, Hirose H, Yoshino A, Hirayama A: Changes of cerebral oxygen metabolism and hemodynamics during ECPR with hypothermia measured by near-infrared spectroscopy: A pilot study. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 2013;789:121-128.
  9. Japanese Circulation Society Resuscitation Science Study Group (Corresponding author; Nagao K) : Chest-compression-only bystander cardiopulmonary resuscitation in the 30:2 compression-to-ventilation ratio era. Nationwide observational study. *Circ J* 2013;77(11):2742-2750.
  10. Sakamoto T, Morimura N, Nagao K, Asai Y, Yokota H, Nara S, Hase M, Tahara Y, Atsumi T, SAVE-J Study Group: Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation versus conventional cardiopulmonary resuscitation in adults with out-of-hospital cardiac arrest: A prospective observational study. *Resuscitation*.2014; <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2014.01.031>.
  11. Ito N, Nishiyama K, Callaway CW, Orita T, Hayashida K, Arimoto H, Abe M, Endo T, Murai A, Ishikura K, Yamada N, Mizobuchi M, Anan H, Okuchi K, Yasuda H,

Mochizuki T, Tsujimura Y, Nakayama T, Hatanaka T, Nagao K, for the J-POP Registry Investigators: Noninvasive regional cerebral oxygen saturation for neurological prognostication of patients with out-of-hospital cardiac arrest: A prospective multicenter observational study. *Resuscitation*.2014;<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2014.02.012>.

## 2. 学会発表

1. Nagao K. Cooling is not enough: We need extracorporeal cooling! (Lecture: Brain Freeze! How to Cool Cardiac Arrest Patients During or After Arrest). AHA 2010, Nov15,2010, Chicago, USA.
2. Nagao K. Seminar: Generating artificial circulation during cardiac arrest. Extracorporeal circulatory support during arrest. Scientific Session AHA, Nov14, 2011, Orlando, USA.
3. Sakamoto T, Asai Y, Nagao K, Yokota H, Morimura N, Tahara Y, et al for the Save-J study group. Multicenter non-randomized prospective cohort study of extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest: Study of advanced life support for ventricular fibrillation with extracorporeal circulation in Japan (SAVE-J).*Circulation* 2011; 124: A-18132. AHA2011, Nov15,2011, Orlando, USA.
4. Nagao K, Tachibana E, Nishikawa K, Yagi T, Yonemoto N, Takayama M, The JCS-ReSS Group, Tokyo: 30:2 vs 15:2 compression-ventilation ratio by emergency medical services responders in patients with out-of-hospital nonshockable cardiac arrest. AHA Scientific Sessions 2011 Res, Orlando, Florida, USA, 2011.11
5. Soga T, Nagao K, Yokoyama H, Yonemoto N, Nonogi H, J-PULSE-Hypo Study Group: Influence of early return of spontaneous circulation and early induction of cooling on neurological outcome in patients treated with therapeutic hypothermia after out-of-hospital shockable cardiac arrest. AHA Scientific Sessions 2011 Res, Orlando, Florida, USA, 2011.11
6. Matsuzaki M, Nagao K, Soga T, Nonogi H, Yokoyama H, Yonemoto N, J-PULSE-Hypo Study Group: Effects of rapid intravenous ice-cold fluids for patients treated with therapeutic hypothermia. AHA Scientific Sessions 2011 Res, Orlando, Florida, USA, 2011.11
7. Nagao K, Tachibana E, Nishikawa K, Yagi T, Yonemoto N, Takayama M, Nonogi H, Shirai S, Kimura T, Kasai A, The Japanese Circulation Society with Resuscitation Science Study (JCS-ReSS) Group: The change and effect of dispatcher telephone instructions for cardiopulmonary resuscitation with chest compressions only. American Heart Association (AHA) Scientific Sessions 2012 ReSS. Los Angeles, Calif., USA, 2012.11
8. Sakamoto T, Asai Y, Nagao K, Yokota H, Morimura N, Tahara Y, Atsumi T, Hase M, Nara S, SAVE-J Study Group: Does extracorporeal cardiopulmonary resuscitation



- tation improve the short- and long-term outcome of out-of-hospital cardiac arrest? Study of advanced life support for ventricular fibrillation with extracorporeal circulation in Japan (SAVE-J). American Heart Association (AHA) Scientific Sessions 2012 ReSS. Los Angeles, Calif., USA, 2012.11
9. Kawamorita T, Yagi T, Soga T, Hirose H, Watanabe K, Kikushima K, Yoshino A, Sakatani K, Nagao K: Changes in cerebral oxygen metabolism and hemodynamics during ECPR with therapeutic hypothermia measured by near infrared spectroscopy. American Heart Association (AHA) Scientific Sessions 2012 ReSS. Los Angeles, Calif., USA, 2012.11
  10. Nagao K, Tachibana E, Nishikawa K, Yagi T, Yonemoto N, Takayama M, Nonogi H, Shirai S, Kimura T, JCS-ReSS Group: The effect of cardiopulmonary resuscitation using a 30:2 compression-ventilation ratio, inclusive of 1-shock protocol, by emergency medical services responders. American Heart Association (AHA) Scientific Sessions 2012 ReSS. Los Angeles, Calif., USA, 2012.11
  11. Soga T, Nagao K, Nonogi H, Yokoyama H, Yonemoto N, Nishikawa K, Hirose H, Yagi T, Kasai A, J-PULSE-Hypo Study Group: Therapeutic hypothermia for comatose survivors after out-of-hospital nonshockable cardiac arrest. American Heart Association (AHA) Scientific Sessions 2012 ReSS. Los Angeles, Calif., USA, 2012.11
  12. Nagao K, Tachibana E, Nishikawa K, Yagi T, Yonemoto N, Takayama M, Shirai S, Nonogi H, Kimura T, JCS-ReSS Group: Bystander cardiopulmonary resuscitation with chest compressions only according to dispatcher telephone instruction status. American Heart Association (AHA) Scientific Sessions 2012 ReSS. Los Angeles, Calif., USA, 2012.11
  13. Nagao K, Tachibana E, Nishikawa K, Yonemoto N, Takayama M, Nonogi H, Shirai S, Kimura T, JCS-ReSS Group: Relationship between neurologically intact survival after return of spontaneous circulation (ROSC) from out-of-hospital cardiac arrest and time interval from collapse to ROSC. American Heart Association (AHA) Scientific Sessions 2012 ReSS. Los Angeles, Calif., USA, 2012.11
  14. Hirose H, Nagao K, Kikushima K, Watanabe K, Nishikawa K, Soga T, Matsuzaki M, Yagi T: Prognostic value of venous blood pH levels in patients treated with extracorporeal cardiopulmonary resuscitation after cardiac arrest due to cardiac etiology. American Heart Association (AHA) Scientific Sessions 2012 ReSS. Los Angeles, Calif., USA, 2012.10
  15. Nagao K : Post-resuscitation care with therapeutic hypothermia and percutaneous coronary intervention (A-ReSS 4 : Advanced Life Support and Post-resuscitation Care) . The 7th Asian Conference on Emergency Medicine ( ACEM 2013), 東京, 2013.10

16. Nagao K, Tachibana E, Yonemoto N, Takayama M, Furuya S, Nonogi H, Shirai S, Kimura T, JCS-ReSS Group: Neurologically intact survival and time interval from collapse to return of spontaneous circulation for patients with out-of-hospital cardiac arrest: A comparison of shockable cardiac arrest and non-shockable cardiac arrest. American Heart Association (AHA) Scientific Sessions 2013 ReSS. Dallas, Texas, USA, 2013.11
17. Nagao K, Tachibana E, Yagi T, Yonemoto N, Takayama M, Tani S, Nonogi H, Shirai S, Kimura T, JCS-ReSS Group: Time interval from collapse to return of spontaneous circulation and neurologically intact survival for out-of-hospital shockable (ventricular fibrillation or pulseless ventricular tachycardia) cardiac arrest. American Heart Association (AHA) Scientific Sessions 2013 ReSS. Dallas, Texas, USA, 2013.11
18. Nagao K, Kasai A, Tachibana E, Yonemoto N, Takayama M, Nonogi H, Shirai S, Kimura T, JCS-ReSS Group: Neurologically intact survival and time interval from collapse to return of spontaneous circulation for out-of-hospital non-shockable cardiac arrest: A comparison of pulseless electrical activity and asystole. American Heart Association (AHA) Scientific Sessions 2013 ReSS. Dallas, Texas, USA, 2013.11
19. Soga T, Nagao K, Yokoyama H, Yonemoto N, Nonogi H, J-PULSE-Hypo Study Group: Therapeutic hypothermia for patients with post-resuscitation shock after out-of-hospital cardiac arrest. American Heart Association (AHA) Scientific Sessions 2013 ReSS. Dallas, Texas, USA, 2013.11
20. Nagao K, Tachibana E, Yagi T, Yonemoto N, Takayama M, Nonogi H, Shirai S, Kimura T, JCS-ReSS Group: Relation between time interval from collapse to return of spontaneous circulation and neurologically intact survival for out-of-hospital cardiac arrest. American Heart Association (AHA) Scientific Sessions 2013 ReSS. Dallas, Texas, USA, 2013.11
21. Kuroda Y, Kawakita K, Nagao K, Yonemoto N, Yokoyama H, Nonogi H: Relation between Glasgow Coma Scale motor score immediately after ROSC and neurologic outcomes in patients treated with hypothermia after out-of-hospital cardiac arrest: J-PULSE-Hypo registry. American Heart Association (AHA) Scientific Sessions 2013 ReSS. Dallas, Texas, USA, 2013.11
22. Atsumi T, Sakamoto T, Morimura N, Nagao K, Asai Y, Yokota H, Tahara Y, Hase M, Nara S, Ariyoshi K, Asaka Y, Aoki N, SAVE-J Study Group: ECPR indication criteria-from the cost effective analysis in SAVE-J study-. American Heart Association (AHA) Scientific Sessions 2013 ReSS. Dallas, Texas, USA, 2013.11
23. Shimotakahara J, Shirai S, Nagao K, Nonogi H, Yokoyama H, Yonemoto N,

J-PULSE-Hypo Study Group: Impact of high glucose level at admission on thirty days clinical outcomes for the out-of-hospital cardiac arrest patient with acute coronary event undergoing coronary intervention with hypothermia therapy. American Heart Association (AHA) Scientific Sessions 2013 ReSS. Dallas, Texas, USA, 2013.11

24. Tahara Y, Kimura K, Morimura N, Nagao K, Yonemoto N, Yokoyama H, Nonogi H, J-PULSE-Hypo Study Group: Relation between electrocardiographic changes and neurologic outcomes in patients treated with hypothermia after out-of-hospital ventricular fibrillation cardiac arrest: J-PULSE-Hypo Registry. American Heart Association (AHA) Scientific Sessions 2013 ReSS. Dallas, Texas, USA, 2013.11
25. Nagao K, Nonogi H, Yonemoto N, Takayama M, Shirai S, Iwami T, Kitamura T, Kimura T, JCS-ReSS Group: Resuscitation science in Asia. The 78th Annual Scientific Meeting of the Japanese Circulation Society, 東京, 2014.3
26. 長尾建 : 心停止蘇生後の循環・体温管理 (教育セッション: 日常診療における他科との連携 円滑な循環器内科コンサルテーションを考える) . The 78th Annual Scientific Meeting of the Japanese Circulation Society, 東京, 2014.3

2. 実用新案登録  
特になし
3. その他  
特になし

## G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得  
特になし

経皮的心肺補助装置（PCPS）に関する研究；  
体外循環式心肺蘇生（ECPR）に関わる救急医療体制に関する検討 第二報

研究分担者 坂本 哲也 帝京大学医学部救急医学講座 主任教授

研究要旨

【背景・目的】本邦の前向き観察研究（以下 SAVE-J 研究：study of advanced life support for ventricular fibrillation with extracorporeal circulation in Japan）で、心原性の院外心肺停止における ECPR 施行群は非施行群に比べ有意に予後が良好と報告されたが、パブリックヘルスの視点から、各地域の心原性院外心肺停止発生数（需要）と、現状の救急医療体制によるカバー状況（供給）を定量化し、ECPR を設置する施設の適正配置を検討した研究は殆どない。昨年度は、北海道を対象地域とし、地理情報システム（以下 GIS）を用いて、ECPR の適応となる院外心肺停止発生数（需要）、北海道内の救命救急センターによるカバー数（供給）、道内全ての救命救急センターに ECPR を導入した場合の臨床的効果を定量化した。今年度は、北海道、四国、九州を対象地域を拡大し、さらに、ドクターヘリによるカバーについても考慮し、ECPR の需給バランスと導入の臨床的効果を定量化することを目的とした。

【方法】北海道、四国、九州の 12 県を対象地域とし、GIS を用いて、1) 20 歳～74 歳の心原性の院外心肺停止数、2) ECPR 適応患者数（需要）を推定した。さらに、3) 対象地域内の救命救急センターから、救急車またはドクターヘリで、覚知から病着 45 分以内の患者数（以下カバー患者数：供給）を定量化し、4) 3) のうち入院 1 ヶ月の CPC1-2 の患者数（ECPR の臨床的効果）、を推定した。推定には、A) 平成 25 年救急・救助の現況の救急蘇生統計、B) SAVE-J 研究の ECPR 適応患者割合、ECPR 群の ECPR 施行例の予後良好割合、C) 平成 22 年国勢調査人口（第三次メッシュ）データを用いた。

【結果】各地域の 20 歳～74 歳の心原性の院外心肺停止発生予測数は、北海道で年間 1,348（以下括弧内は ECPR 適応数：97 例）、四国（4 県）は 950 例（68 例）、九州（7 県）は 3,052 例（219 例）と推定された。覚知から病着まで 45 分以内の患者割合（以下カバー患者割合）は、救急車とドクターヘリ両者によるカバーを考慮した場合、北海道で 71.1%（958 例／1,348 例）、四国（4 県）は 79.3%（753 例／950 例）、九州（7 県）は 82.7%（2,524 例／3,052 例）と推定された。カバー患者のうち、入院 1 ヶ月後の CPC1 または 2 の患者数は、北海道で 9 例、四国（4 県）で 7 例、九州で 25 例と推定された。

【結論】本研究では、GIS を用いて、ECPR 適応患者数（需要）、救急車・ドクターヘリの両者を加味した上での需給バランス、ECPR による臨床的効果の地域差を定量化するための、パブリックヘルス的なアプローチの一例を示した。今後、本研究の限界をふまえ、本邦における ECPR の医療経済効果、ECPR 導入施設の最適配置の検討に繋げていく。

## A. 背景・目的

### A-1. 背景

本邦の前向き観察研究である SAVE-J (study of advanced life support for ventricular fibrillation with extracorporeal circulation in Japan) (以下 SAVE-J 研究)<sup>1)</sup>では、心原性の院外心肺停止例に対し、体外循環式心肺蘇生(以下 ECPR: Extracorporeal Cardio-pulmonary Resuscitation) を施行することで、有意に予後が向上すると報告されているが、現状、すべての救命救急センターで、ECPR を行う体制にはない<sup>2)</sup>。また ECPR では、1 患者当たり手技料、材料費だけでも約 50 万円以上の高額な医療費を要するため<sup>3)</sup>、医療経済的評価を加味した上で、ECPR を行う施設の適正配置を検討する必要がある。

適正配置については、パブリックヘルスの視点から、地域における院外心肺停止発生数(需要)と、現状の救急医療体制によるカバー状況(供給)の定量化に基づく検討が必要である。国外では、GIS を用いて地域における院外心肺停止の発生リスクの地域差を検討した報告<sup>4)5)</sup>がある。また、重症外傷、脳卒中、急性心筋梗塞等では、GIS を用いて、救急車、ドクターヘリで一定の時間内に、各疾患の治療可能な医療機関への搬送可能な人口割合等も検討されている<sup>6)7)</sup>。しかし、本邦では、院外心肺停止を対象とし、地域における需給バランスの検討を踏まえ、ECPR 導入の費用対効果、導入施設の適性配置を検討した例は殆どない。

昨年度は、地理情報システム(以下 GIS: Geographic Information System)を用いて、1) 北海道を対象地域とし、北海道内で発生する心原性院外心肺停止例数、そのうち ECPR 適応患者数(需要)を推定した。さらに、SAVE-J 研究で、ECPR 施行患者の適格基準を、覚知から病着 45 分以内としていることに鑑み、2) 救命救急センターまで救急車で 45 分以内に到達可能(以下カバー可能)な患者数・カバー割合(供給)を推定した。さらに、3) 2) のうち ECPR によって予

後良好(1ヶ月後 CPC1 または 2)が期待される患者数(ECPR の臨床的効果)を推定した。しかし、北海道のみを対象としたため、地域差について検討できていなかった。また近年、ドクターヘリの導入が各地域で推進されているが、ドクターヘリによるカバーは加味していない。

### A-2. 目的

- 1) 北海道、四国、九州を対象地域とし、ECPR 適応となる心原性の院外心肺停止患者数(需要)を定量化する。
- 2) 救急車に加え、ドクターヘリを活用した場合も加味し、救命救急センターでカバー可能な患者数・割合(供給)を定量化する。
- 3) 2) に基づき ECPR 導入の臨床的効果を定量化することを目的とする。

## B. 研究方法

### B-1. 対象地域

本州と独立した北海道、四国(4 県)、九州(7 県)、合計 12 都道府県を対象地域とした。

### B-2. 分析の単位

分析単位は、第三次メッシュ(1km 四方)単位とした(図 1)。GIS では、地域を緯線と経線で正方形に分割した、地域区画(メッシュ)のデータがあり、第三次メッシュは最も住民の居住単位に近い。第三次メッシュ(以下メッシュ)は、全国 47 都道府県に 387,210 区画ある。表 1 に、本研究の対象都道府県のメッシュ数、そのうち人口のあるメッシュ数、メッシュ内人口を示した。各メッシュは、独自の ID(メッシュコード)をもち、各メッシュ内の国勢調査人口(性・年齢 5 歳階級別)が入手可能である。

### B-3. ECPR 適応患者(需要)の推定

下記の手順で、心原性の院外心肺停止例の年間発生数、うち ECPR 適応患者数(需要)を推定した。SAVE-J 研究では、20~74 歳の心原性の

院外心肺停止例を対象としている。平成 22 年度国勢調査の総人口は全国 128,057,352 人、うち年齢 20～74 歳の人口は 90,141,918 人、うち北海道、四国、九州における 20～74 歳の人口は 15,570,610 人であり、今回はこの 15,570,610 人を推定対象とした。

### B-3-1 院外心肺停止の年齢層別発生率（年間）

院外心肺停止の発生リスクは、年齢によって異なる<sup>8-9)</sup>。平成 25 年救急救助の現況の救急蘇生統計では、年齢別（20、30、40、50、60、70 歳台）の院外心肺停止数が掲載されており、20～79 歳の院外心肺停止数は、65,816 例である<sup>8)</sup>。この年齢層別の院外心肺停止数を、平成 22 年度国勢調査の各年齢層の人口で除して、年齢別の院外心肺停止発生率を算出した。なお、70～74 歳の発生率は、70 歳代（70～79 歳）の発生率と同等と仮定した。

### B-3-2 心原性の院外心肺停止の割合

院外心肺停止例のうち心原性の割合は、平成 24 年の心原性で目撃者ありの心肺停止数、73,023 例を、同年の心肺停止搬送数 127,866 人で除して、一律、57.1%と推定した<sup>8)</sup>。

### B-3-3 各メッシュ内の患者数

上記 B-3-1 の、年齢層別の院外心肺停止発生率に、各メッシュ内の年齢別の人口を乗じて推定した。メッシュデータは、現在入手可能なうち最新の、平成 22 年国勢調査データを利用した。上述の通り、第三次メッシュデータでは、各メッシュ内の、性・年齢 5 歳階級別の人口が利用可能である。今回は、上記 B-3-1 で推定した年齢 10 歳階級別の発生率に、各メッシュ内の、同年齢層の人口を乗じ、年齢別の院外心肺停止発生予測数を算出した。さらに、これに、B-3-2 の心原性の割合（一律 57.1%）を乗じ、各メッシュ内の心原性の院外心肺停止発生予測数を推定した。

### B-3-4 ECPR 適応患者予測数

SAVE-J 研究の一部の参加施設（5 施設）の平成 19 年の院外心肺停止例に対する、ECPR 施行例割合、4%（50 例／1,220 例）<sup>10)</sup>、を ECPR 適

応患者割合とし、20～74 歳の心原性の院外心肺停止例数に乗じて、ECPR 適応患者数を推定した。

## B-4. 救命救急センターでカバー可能な患者数（供給）の推定

SAVE-J 研究では、ECPR の適応患者の覚知から病着を、45 分以内と規定している。本研究では、救急車、ドクターヘリのいずれかで、覚知から 45 分以内に救命救急センターに病着可能な患者数（カバー患者数）を推定し、ECPR 適応患者割合を乗じて、ECPR 適応患者数を予測した。今回は、平成 26 年 3 月 31 日時点に、日本救急医学会のホームページ<sup>11)</sup>に掲載されている、北海道、四国、九州の救命救急センター合計 49 施設を、検討対象の施設とした。

### B-4-1 救急車によるカバー

平成 25 年救急・救助の現況では、平成 24 年の覚知から現着までの時間の平均値は 8.3 分と報告されている<sup>8)</sup>。また総務省消防庁の平成 24 年度救急搬送における受入状況実態調査<sup>12)</sup>では、重症患者における現場活動時間は都道府県により差がある。ウツタイン大阪の 2002 年の報告では、院外心肺停止例の覚知～現発までの時間の中央値は 16 分と報告されており<sup>13)</sup>、覚知から現発までの時間には、地域差があると想定される。本研究では、覚知から現発までの時間を 15 分と仮定し、現場（各メッシュ）から各救命救急センターまで（現発から病着）、30 分以内に搬送可能な患者を、各センターでカバー可能と仮定した。

現発から病着までの時間は、GIS を用いて、時速 50km の救急車で、各メッシュの中心から、各地域の救命センターへの搬送に要する最短時間を計算した。救急車の時速を 50km とした根拠は、南部らの報告<sup>14)</sup>に基づく。

なお今回は、救命救急センターが県外患者も県内患者と同様に受入れると仮定し、各メッシュから直近の救命センターへの現発から病着までの時間を算出した。

## B-4-2 ドクターヘリによるカバー

救急車で覚知～病着まで46分以上の患者については、2014年3月31日時点で日本救急医学会のホームページ上ドクターヘリ拠点病院として掲載されている12施設<sup>11)</sup>の、ヘリによる搬送数も考慮した。ドクターヘリでは、覚知からヘリ出勤要請までの時間の平均値は約15～18分<sup>15-16)</sup>、要請から出勤までの時間は約5分<sup>16)</sup>など、地域によって、覚知から出勤までの時間が異なると想定される。本研究では、覚知からヘリ出勤までの時間を15分と仮定した。ドクターヘリの時速は200km<sup>17)</sup>に設定し、出勤から現場まで15分、現場からドクターヘリ拠点救命救急センターへ15分、すなわち、覚知から病着まで45分圏内を、ドクターヘリによるカバー可能圏内とした。ドクターヘリの時速を200km、片道の飛行時間を15分とすると、片道飛行距離は50kmとなるため、ヘリ拠点の救命救急センターから半径50km内のメッシュ内の患者を、ヘリでカバー可能な患者数とした。

なお、ドクターヘリは、夜間は運航できないため、ヘリによるカバーは日中(8時30分～16時59分)のみとした<sup>18)</sup>。また、救急車同様に、ドクターヘリが県境を超えて患者をカバーすると仮定した。さらに、院外心肺停止の発生は日中(本研究の場合ドクターヘリ運航可能な8時30分～16時59分)、夜間で同等と仮定し、ドクターヘリのカバー圏内の患者数の50%を、ドクターヘリカバー可能数とした。

## B-5. ECPRの臨床的効果の推定

北海道、四国、九州の救命救急センター合計49施設が、常時ECPRを施行可能と仮定した場合の臨床的効果を推定した。SAVE-J研究では、ECPR群で実際にECPRが施行された234例のうち、入院1ヶ月のCPC1または2の患者数は32例(13.7%)であり、これをECPR施行による予後良好割合とした<sup>1)</sup>。

ECPR導入によって期待される臨床的効果は、救急車、ドクターヘリ何れかでカバー可能な、20

～74歳の心原性の院外心肺停止数に、SAVE-J研究のECPR適応患者割合、予後良好割合を乗じて推定した。

## C. 研究結果

### C-1. 心原性の院外心肺停止例、ECPR適応患者の年間発生予測数(需要)

表2に、北海道、四国、九州における、20～74歳の院外心肺停止発生予測数、心原性心肺停止発生予測数、ECPR適応患者予測数を示した。全国は参考値として示した。心原性の院外心肺停止発生予測数(内ECPR適応例数)は、全国で年間29,801例(以下括弧内はECPR適応数:2,139例)、北海道で1,348例(97例)、四国(4県)950例(68例)、九州(7県)3,052例(219例)と推定された。

### C-2. 救命救急センターでECPRによるカバーが可能な患者数(供給)

表3に、北海道、四国、九州において、救急車、ドクターヘリで、覚知から病着まで45分以内のメッシュ内における、20～74歳の心原性の院外心肺停止数を示した。救急車で45分以内の患者の割合は、北海道で65.7%(885例/1,348例)、四国(4県)で76.0%(722例/950例)、九州(7県)で73.2%(2,235例/3,052例)であった。

救急車とドクターヘリ両者によるカバーを考慮した場合、北海道で71.1%(958例/1,348例)、四国(4県)は79.3%(753例/950例)、九州(7県)は82.7%(2,524例/3,052例)と推定された。

都道府県別では、救急車によるカバー割合の中央値は68.6%(最小:鹿児島県38.5%、最大:佐賀県97.2%)ドクターヘリによるカバー割合の中央値は6.7%(最小:愛媛県0.1%、最大:鹿児島県21.5%)、合計のカバー割合の中央値は、75.3%(最小:鹿児島県60.0%、最大:佐賀県98.5%)であった。

図 2~4 に、各地域における、救急車によるカバー圏内の患者発生メッシュ（緑）、ドクターヘリによるカバー圏内の患者発生メッシュ（青）、いずれにもカバーされない（覚知から病着まで 46 分以上）の患者発生メッシュ（赤）、患者発生数が 0 人（白）のメッシュを視覚化した。

### C-3. ECPR の臨床的効果

表 4 に、覚知から病着 45 分以内の患者のうち、ECPR 適応患者数、入院 1 ヶ月後の CPC1 または 2 の患者数を示した。北海道で 9 例、四国（4 県）で 7 例、九州で 25 例と推定された。

## D. 考察

### D-1. 本研究の結果に対する考察

本研究では、GIS を用いて、北海道、四国、九州を対象とし、各都道府県における、心原性の院外心肺停止の年間発生予測数、うち ECPR 適応患者数（需要）を推定した。（表 2）また、上記地域の救命救急センター 49 施設から、救急車または、ドクターヘリで、覚知から病着まで 45 分以内患者数と割合（カバー割合：供給）の地域差を定量化、地図上に視覚化した。（表 3、図 2-4）さらに、対象地域内の全ての救命救急センター 49 施設で ECPR を施行可能と仮定した場合に、予後向上（入院 1 ヶ月の CPC1 または 2）が期待される患者数（臨床的効果）を推定した。（表 4）

今回は、院外心肺停止発生予測数、ECPR 適応患者数（需要）の妥当性検証が行えなかったが、現時点で入手可能な最新のデータである救急蘇生統計<sup>8)</sup>（悉皆調査）、国政調査人口による推定を行っており、需要推定に用いたデータの信頼性は高いと考えられる。また、今回、北海道、四国、九州に対象地域を広げたことで、需給バランスの地域差が定量化された。今後、覚知から病着まで 46 分以上要し、現状の救急医療体制のカバー範囲外と推定される患者を考慮した上で、適正配置を検討する一助となると期待される。

また今回救急車に加え、ドクターヘリによるカ

バーを加味することにより、特に九州ではカバー割合、ECPR による予後良好が期待される患者数が増加したが、ドクターヘリの運用には年間約 2 億円、一搬送あたりの費用は約 200~250 万円とされており、今後、費用対効果まで含めて、さらなる検討を要する。

### D-2. 本研究の限界

#### D-2-1 院外心肺停止発生数の推定

本研究では、現状入手可能な最新の第三次メッシュデータ（平成 22 年国勢調査人口）、平成 24 年の院外心肺停止搬送数の実績値を用いて、年齢を考慮した院外心肺停止発生数を推定した。しかし、年齢別発生率は、男女で同等と仮定した。また、心原性の院外心肺停止の割合は年齢層別に異なると考えられるが、今回は一律 57.1%と仮定した。

さらに、ドクターヘリによるカバー患者数を推定する際は、院外心肺停止の発生が日中（本研究の場合ドクターヘリ運航可能な 8 時 30 分~16 時 59 分）、夜間で同等と仮定し、ドクターヘリのカバー圏内の患者数の 50%を、ドクターヘリカバー可能数としたが、日中と夜間で心肺停止の発生数は異なるとの報告があり<sup>19)</sup>、今後、全県レベルの救急搬送記録が存在する奈良県の救急搬送データ等を用いた、時間帯別の発生予測数を考慮した検討が必要である。

また、今回は、住民の居住単位に最も近い第三次メッシュ内の発生数を推定し、発生地を居住地と同等と仮定したが、院外心肺停止のうち住宅での発生は 7 割程度と報告されている<sup>19)</sup>。院外心肺停止の発生予測の検討に際しては、発生場所に加え、GIS を用いて、発生時間、の両者を考慮した検討も行われている<sup>4,19)</sup>。しかしながら、現状、ポピュレーションベースで院外心肺停止の発生地データを保有している地域は限られており、本研究のように全国に範囲を広げた検討を想定した場合のアプローチとして、今回の検討手法は妥当と考えられる。地域ごとの検証に際しては、発生地のデータを活用したアプローチも有効であ



ろう。

#### D-2-2 救急車によるカバー割合の推定

本研究では、救急車では、覚知から現発までの時間を15分と仮定した。しかし、現場活動時間には地域差があり<sup>12)</sup>、地域によっては、カバー割合の過小、過大評価のいずれも生じ得る。また、救急車の速度は一律50kmと仮定したが、地域によって異なる場合もある。

#### D-2-3 ドクターヘリによるカバー割合の推定

本研究では、覚知からヘリ出勤までの時間を15分と仮定したが、救急車同様に、地域差を考慮した場合、カバー割合の過小、過大評価のいずれも生じ得る。また、今回、ドクターヘリが日中の要請時、常時、対応可能と仮定したが、各都道府県等から報告されているヘリ運航実績によれば、ドクターヘリは、天候等の理由による年間出勤不可日数が約8～15%程度、病院間転送に用いられる割合が約50%程度と報告されており<sup>16,20)</sup>、ヘリによるカバー数を過大評価している可能性がある。また、今回県境を越えた搬送によるカバー割合を推定したが、県内で発生した患者のみをカバーする運用を考慮すると、カバー割合は過大評価となる。

#### D-2-4 妥当性検証

今回は、施設ごとのECPR施行実績数等との比較に基づく妥当性検証を行っておらず、次年度以降の課題としたい。また、費用対効果まで検討する際には、今回仮定に基づいて設定した、覚知から現発までの時間、ヘリの時速等を変動させた場合の結果の頑健性を検討する必要がある。

#### D-3. 今後の予定

今回の分析は、GISで算出した搬送時間、ヘリ拠点からの直線距離に基づくシミュレーションで、現状の救急医療体制における、需給バランス、ECPR導入の臨床的効果の地域差を定量化、視覚化するためのアプローチの一例を示したものであり、各地域におけるECPR導入の効果を結論づけるものではない。

本研究の最終ゴールは、全国を対象とし、各地

域の需給バランスを考慮した上で、ECPRの医療経済効果、最適配置を検討することである。各地域で異なる一部の条件(覚知から現発までの時間、救急車やドクターヘリの運用体制等)は仮定に基づくが、今後、可能な限り地域差等を考慮した上、全県について検討を進める予定である。さらに、ECPRの効果と、AED、救急隊への教育による効果との比較に基づく費用対効果の検証についても行っていく。

## E. 結論

本研究では、GISを用いて、ECPR適応患者数(需要)、救急車・ドクターヘリの両者を加味した上での需給バランス、ECPRによる臨床的効果の地域差を定量化するための、パブリックヘルス的なアプローチの一例を提示した。

今後、本研究の限界をふまえつつ、最終ゴールである、本邦におけるECPRの医療経済効果、ECPR導入施設の最適配置の検討に繋げていく。

## F. 研究発表

1. 発表論文  
特になし
2. 学会発表  
特になし

## G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得  
特になし
2. 実用新案登録  
特になし
3. その他  
特になし

## 参考文献

- 1) Sakamoto T, Morimura N, Nagao K, Asai Y, Yokota H, Nara S, Hase M,

- Tahara Y, Atsumi T, SAVE-J Group. The Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation versus conventional cardiopulmonary resuscitation in adults with out-of-hospital cardiac arrest: A prospective observational study. *Resuscitation* 2014, Feb;12: in Press.
- 2) 渥美生弘, 横田裕行. 2007 年度院外心停止に対する PCPS 使用概況に関するアンケート結果. 平成 22 年度 厚生労働科学研究費補助金(循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業) 研究報告書.2010.
  - 3) 渥美生弘, SAVE-J 研究にみる ECMO の費用, *INTENSIVIST*, 2013; 5(2), 327-330.
  - 4) Lerner EB, Fairbanks RJ, Shah MN. Identification of out-of-hospital cardiac arrest clusters using a geographic information system. *Acad Emerg Med* 2005, Jan;12(1):81-4.
  - 5) Semple H, Qin H, Sasson C. Development of a web GIS application for visualizing and analyzing community out of hospital cardiac arrest patterns. *Online J Public Health Inform* 2013;5(2):212.
  - 6) Branas CC, MacKenzie EJ, Williams JC, Schwab CW, Teter HM, Flanigan MC, et al. Access to trauma centers in the united states. *JAMA* 2005, Jun 1;293(21):2626-33.
  - 7) Pedigo AS, Odoi A. Investigation of disparities in geographic accessibility to emergency stroke and myocardial infarction care in east tennessee using geographic information systems and network analysis. *Ann Epidemiol* 2010, Dec;20(12):924-30.
  - 8) 総務省消防庁. 平成 25 年版救急救助の現況. 2013.
  - 9) Iwami T, Hiraide A, Nakanishi N, Hayashi Y, Nishiuchi T, Yukioka H, et al. Age and sex analyses of out-of-hospital cardiac arrest in osaka, japan. *Resuscitation* 2003, May;57(2):145-52.
  - 10) 坂本哲也. 院外心停止症例に対する PCPS, *蘇生*, 2008; Sep :171
  - 11) 全国救命救急センター設置状況. 日本救急医学会ホームページ <http://www.jaam.jp/html/shisetsu/qq-center.htm> (最終アクセス 2014/05/14)
  - 12) 総務省消防庁. 平成 24 年度中の救急搬送における医療機関の受入状況等実態調査の結果. 2013.
  - 13) Hayashi Y, Hiraide A, Morita H, Shinya H, Nishiuchi T, Mukainaka S, et al. An analysis of time factors in out-of-hospital cardiac arrest in osaka prefecture. *Resuscitation* 2002, May;53(2):121-5.
  - 14) 南部繁樹. プローブデータの分析に基づく救急車への緊急走行支援方策の検討. *国際交通安全学会誌* 2009;34(3):55-62.
  - 15) Ono Y, Satou M, Ikegami Y, Shimada J, Hasegawa A, Tsukada Y, et al. Activation intervals for a helicopter emergency medical service in japan. *Air Med J* 2013;32(6):346-9.
  - 16) 島根県健康福祉部医療政策課 島根県立中央病院. 平成 23 年度ドクターヘリ運航実績報告書. 2011.
  - 17) 益子邦洋.ドクターヘリの現状と課題. *予防時報*. 2008; 233:14-21.
  - 18) 青木則明、酒井未知、大田祥子、清水健伸、奥地一夫、横田順一朗. ドクターカー・ドクターヘリ導入の医療経済的効果と、カバ

一率向上を目指した最適配置案に対する費用対効果の検証. ドクターヘリ・ドクターカーによる超急性期からの医療提供体制ニーズの把握に係る研究. (主任研究者: 青木則明). 平成 24 年度厚生労働科学特別研究事業分担研究報告書. 2013.

- 19) Ong ME, Tan EH, Yan X, Anushia P, Lim SH, Leong BS, et al. An observational study describing the geographic-time distribution of cardiac arrests in singapore: What is the utility of geographic information systems for planning public access defibrillation? (PADS phase I). Resuscitation 2008, Mar;76(3):388-96.
- 20) 学校法人川崎医科大学付属病院. 厚生労働省岡山県ドクターヘリ導入推進事業. 平成 23 年度ドクターヘリ運航実績報告書. 2011.

表 1. 対象地域の第三次メッシュ数とメッシュ内人口

都道府県	第三次メッシュ数	人口ありのメッシュ数	メッシュ内総人口
北海道	91,742	21,279	5,506,419
四国	徳島	4,034	785,742
	香川	2,139	995,712
	愛媛	6,033	1,431,230
	高知	6,901	764,323
小計	19,107	10,275	3,977,007
九州	福岡	4,925	5,070,752
	佐賀	2,413	852,613
	長崎	5,314	1,425,921
	熊本	7,236	1,816,957
	大分	6,223	1,196,450
	宮崎	7,312	1,135,574
	鹿児島	9,687	1,705,692
小計	43,110	26,500	13,203,959
総計	153,959	58,054	26,664,392

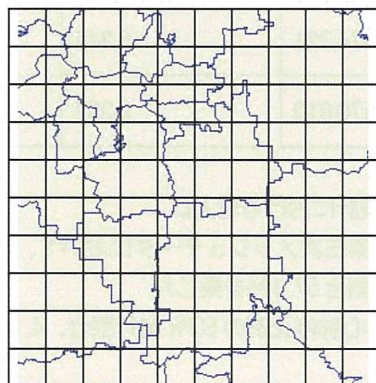


図 1. 第三次メッシュ (1km 四方の区画)