

ロボット手術機器設置は前立腺がん手術件数の 設置施設への集中化を招くか？

—アンケート調査と DPC 集計結果による検討—

塚本 泰司¹, 田中 滋²

¹慶應義塾大学大学院経営管理研究科

²慶應義塾大学大学院経営管理研究科ヘルスケアマネジメント・イノベーション寄付講座

HAVE CASE LOADS OF RADICAL SURGERY FOR PROSTATE CANCER BEEN CONCENTRATED IN HOSPITALS WITH ROBOTIC EQUIPMENT ? —ANALYSES WITH QUESTIONNAIRE SURVEY AND DIAGNOSTIC PROCEDURE COMBINATION (DPC) DATA—

Taiji TSUKAMOTO¹ and Shigeru TANAKA²

¹Keio University Graduate School of Business Administration

²Healthcare Management Innovation Endowment Fund,
Keio University Graduate School of Business Administration

We investigated whether installation of robot-assisted surgical equipment in hospitals resulted in concentration of the case loads of radical prostatectomy. We selected 11 areas with populations of around 1 million or more where there were one or more hospitals with robotic equipment and 4 or more without it. In addition, annual changes of case loads for prostatectomy over 4 years from 2010 to 2013 were clearly determined in these areas. The case loads were determined based on the results of a questionnaire survey for the hospitals with robots and on the Diagnostic Procedures Combination data provided by the Ministry of Health, Labor and Wealth for those without such equipment. The concentration of the case loads was principally defined as when hospitals with robots had more predominant proportion of cases than those without them in the comparison between case loads prior to instillation of robots (or in the initial year of the study) and those in the final years. The 11 selected areas included 44 hospitals with robots and 156 without them. Concentration of case loads was found in 5 areas. In 4 areas, installation of robots did not have a specific relation to the distribution patterns of case loads in hospitals with or without the equipment. The remaining 2 areas tended to have a weak but not definite concentration of case loads. In the areas in which installation did not influence case loads the further analysis revealed that their case loads had already been concentrated in the initial year (2010) of the study. Although the current results were found in a single department of the hospital, robotic installation may result in concentration of prostatectomy case loads for such hospitals in some areas. The current results are intriguing when we consider the future roles of acute-care hospitals and beds in our country where the number of aged patients having chronic diseases will increase. In conclusion, installation of robotic equipment may result in concentration of prostatectomy case loads in some areas.

(Hinyokika Kiyo 62 : 179-185, 2016)

Key words : Robotic surgery, Prostatectomy, Case load, Questionnaire, Survey, DPC data

緒 言

ロボット支援鏡視下根治的前立腺摘除術（以下、ロボット支援手術あるいはロボット手術）は、安全かつ低侵襲な手術と目されているため患者および医療側からその将来には大きな期待がかけられている。そのため、設置施設に根治手術の適応患者が集中し、当該施設での手術患者数の増加が地域の医療環境へ影響を及ぼすことも考えられる。

著者らは、ロボット機器設置に関する医療施設の経

営戦略、組織マネジメントの問題点について、その検討結果をすでに報告した¹⁾。

本報告では、その設置は施設の手術件数の集中を招くか、という点に焦点を合わせて検討した。

対 象 と 方 法

1) 対象地区と施設の選定

ロボット手術機器設置施設における手術件数の集中化を検討するために、設置施設と非設置施設における件数の経年的変化を比較的明確に評価できると推測さ

れ、かつ下記①～③の基準を満たす11地区を選定した。

①中核となる特定機能病院（多くは大学病院）とそれに準ずる複数の施設が存在する人口100万人前後か、あるいはそれ以上の都市を含む地区。

②1施設あるいは複数の施設にロボット機器が設置されていて、さらに4施設以上の非設置施設がある地区。

③上記の非設置施設が2010～2013年の4年間で1度でも年間手術件数が10件以上となっていること。

なお、diagnostic combination procedure (DPC) 非対象施設は多くは厚生労働省のDPC集計に含まれていないので調査は不可能である。そのため調査の検討の対象とはしなかった。しかし、2つの地区ではそれぞれ2施設（いずれもロボット設置施設）と1施設（ロボット非設置施設）は例外として加えた。その理由は、これら3施設はそれぞれの地区でも手術件数が際立って多く、これらを加えて検討するほうが地区の実情を反映すると考えたからである。

ロボット設置施設のうち2013年12月までに設置された施設をロボット設置施設とした。したがって、以下の検討では2013年までにロボットが設置されれば2010～2012年も分類上はロボット設置施設とした。その理由は、①ロボット設置施設に手術が集中することを明らかにするためには、設置以前の手術件数を把握し、これと非設置施設の手術件数とを比較する必要があること、②設置施設数の増加が手術件数に直接反映されないようにする配慮が必要であったこと、である。

2) 手術件数の調査

ロボット機器設置施設の手術件数の評価については既報¹⁾のように行った。今回の手術件数の分析には、2013年12月までにロボット機器を設置した施設のデータを用いた。

ロボット非設置施設の手術件数は、厚生労働省

DPC集計疾患別・手術有無別集計MDC11から入手した²⁻⁵⁾。施設の基準は、前述の「1) 対象地区と施設の設定・③」の通りである。また、設置および非設置を問わず各対象施設のホームページに掲載されているデータも参考にした。

手術件数の算定に当たっては、DPC集計での結果と整合性を取るために、アンケート調査で得られたロボット設置施設の手術件数においても、年間10件未満の場合には件数「0」として手術件数を算定した。

「手術件数の集中化（集中化）」は、「ロボット設置前年（あるいは2010年）と調査最終年度である2013年との手術件数の比較において設置施設で件数増加の割合が明らかな場合」と定義した。また、設置時期と手術件数の推移も考慮した。統計学的な差の検定にはchi-square検定を用いた（有意水準<0.05）。

結 果

1) アンケート回収率

2013年12月までに設置が完了していた120施設で手術件数を検討した。120施設の手術件数に関する回答率（4年間の加重平均）は82.5%（範囲：78.3～85.8%）であった¹⁾。なお、ロボット設置120施設全体の手術件数は以下の通りである¹⁾。2010年：4,121件、2011年：5,098件、2012年：5,801件、2013年：6,425件。

2) ロボット設置施設および非設置施設における前立腺手術件数の推移

a) 対象地区の選定

対象としたのはA～Kの11地区である（Table 1）。全国の一部の都道府県に偏らないように配慮した。3地区では、二次医療圏を含んで範囲を設定した。アクセスが容易な場合には範囲を広めに設定した地区もあった（2地区）。また、対象とした地区から手術のために他地区へ移動することは例外的であることも確認した。11地区のロボット設置は合計44施設、非設置

Table 1. 手術件数の集中化を検討するために選定した対象地区とロボット設置および非設置施設数

対象地区	対象地区の人口**（×10,000）	対象地区におけるロボット設置施設数	対象地区におけるロボット非設置施設数
A	146	2	6
B*	117	2	7
C	154	1	4
D	73	2	4
E*	147	3	7
F	226	5	7
G	886	9	42
H	71	1	5
I	191	5	8
J*	105	2	5
K	1,316	12	61

* 二次医療圏を含む。 ** 国立社会保障・人口問題研究所。日本の地域別将来人口。平成25年3月推計。

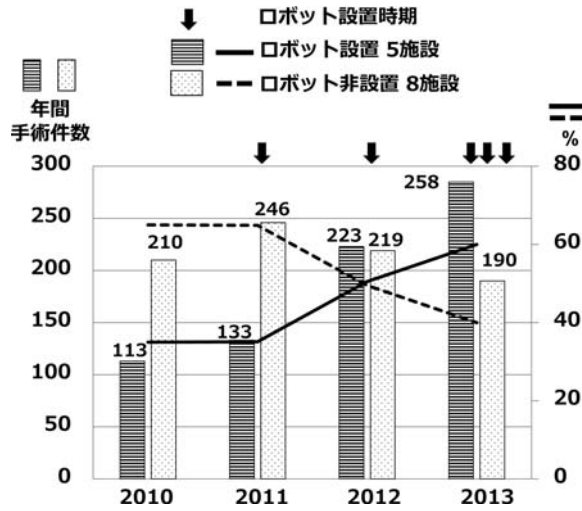


Fig. 1. I地区のロボット設置、非設置施設における手術件数とその割合の推移

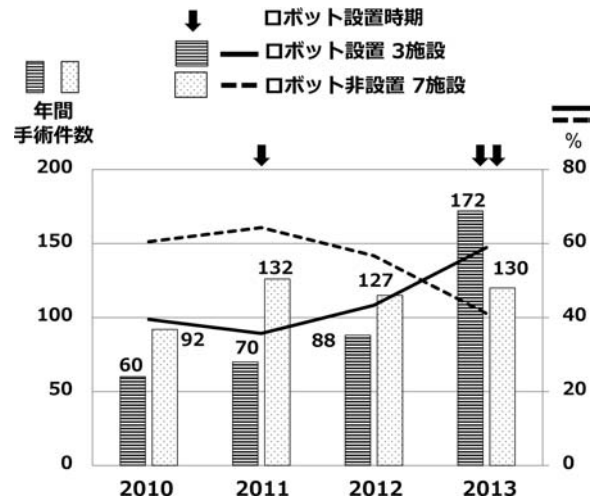


Fig. 4. E地区のロボット設置、非設置施設における手術件数とその割合の推移

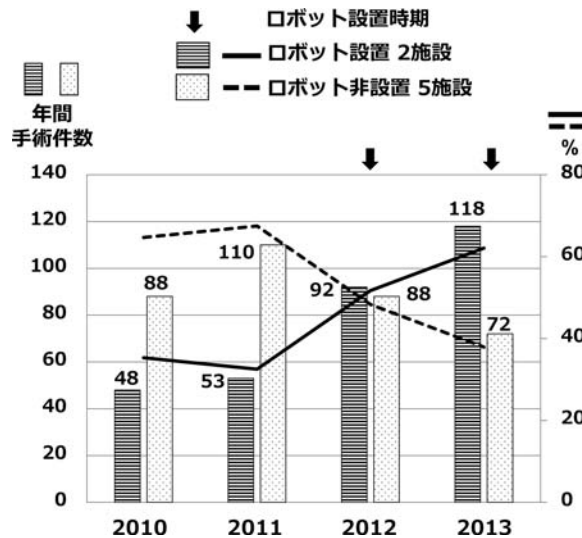


Fig. 2. J地区のロボット設置、非設置施設における手術件数とその割合の推移

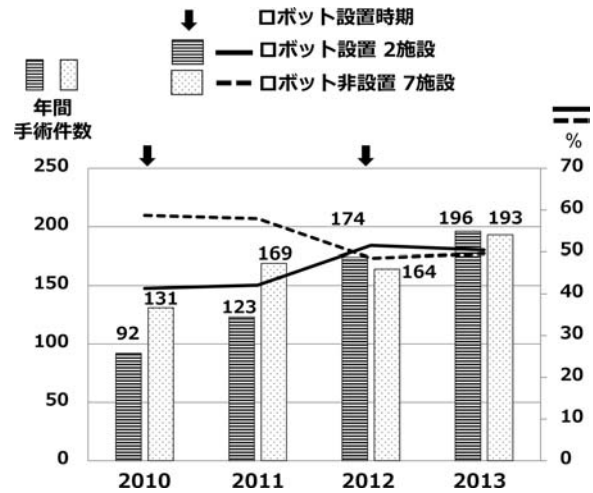


Fig. 5. B地区のロボット設置、非設置施設における手術件数とその割合の推移

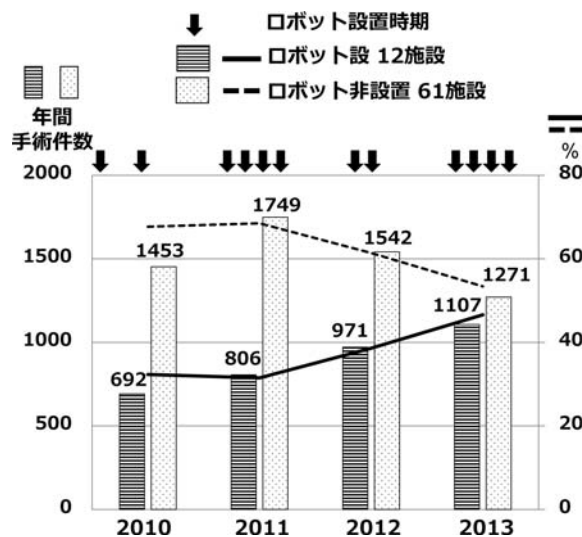


Fig. 3. K地区のロボット設置、非設置施設における手術件数とその割合の推移

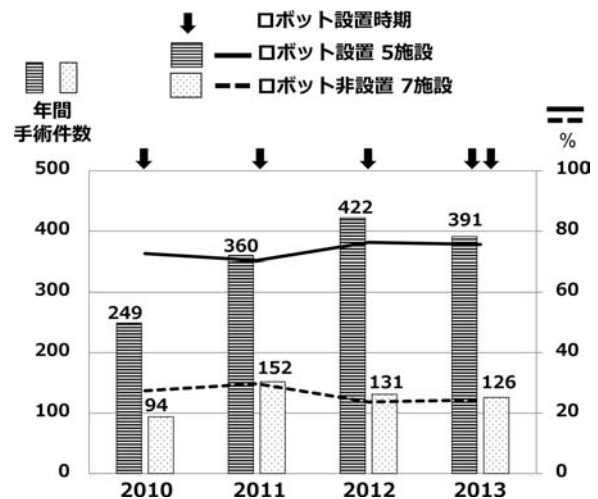


Fig. 6. F地区のロボット設置、非設置施設における手術件数とその割合の推移

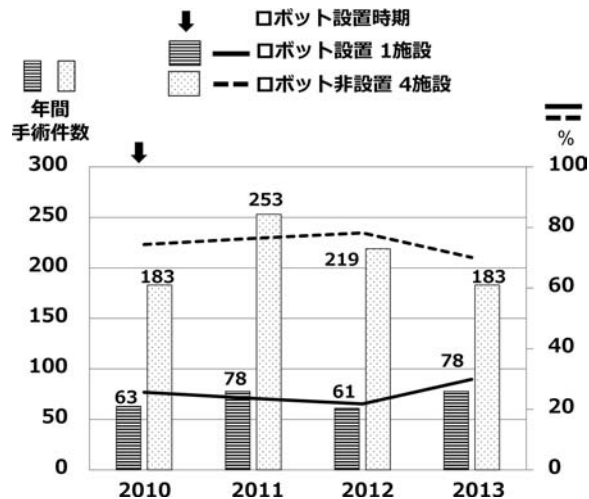


Fig. 7. C地区のロボット設置、非設置施設における手術件数とその割合の推移

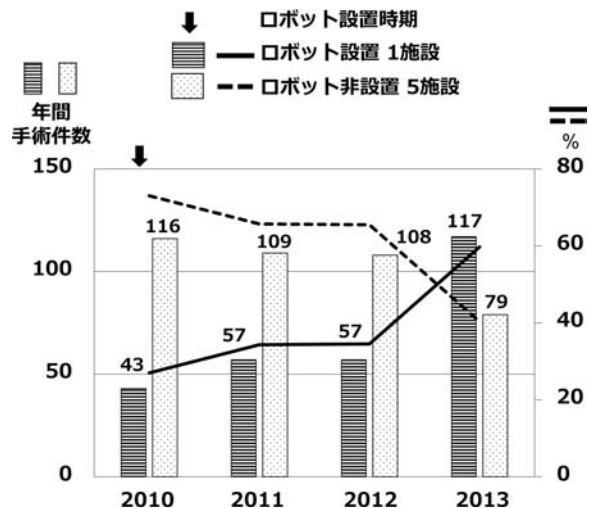


Fig. 8. H地区のロボット設置、非設置施設における手術件数とその割合の推移

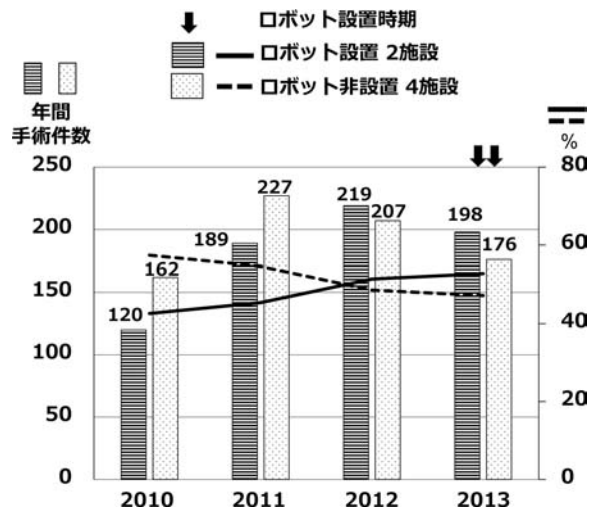


Fig. 9. D地区のロボット設置、非設置施設における手術件数とその割合の推移

は合計156施設であった。

b) 対象地区の手術件数と設置施設への集中化の状況

この検討で、ロボット設置前年と2013年の手術件数を比較できたのは、A, D, E, G, I, Jの6地区であった。一方、2010年までにロボットが設置されていて、結果的に2010年と2013年との件数比較となったのは、B, C, F, H, Kの5地区であった。これらを前提にして「集中化」の状況を評価した。

I (Fig. 1), J (Fig. 2), K (Fig. 3), E (Fig. 4), B (Fig. 5) の5地区では、2013年におけるロボット設置施設での手術件数の割合は明らかに増加しており (I, J, K, E地区: いずれも $p < 0.001$, B地区: $p < 0.029$), 「集中化」があったと判断した。

一方、F (Fig. 6), C (Fig. 7), H (Fig. 8), D (Fig. 9) の4地区は、2013年における設置施設での手術件数の割合の増加は明らかではなく (F地区: $p = 0.318$, C地区: $p = 0.060$, D地区: $p = 0.665$), 「集中化非関連」地区と評価した。H地区では設置施設の2013年における件数の割合の増加は認められた ($p < 0.001$) が、この間の割合の増加には一定の傾向がなかったため、「集中化非関連」地区と判断した。

「特定の傾向なし」は、A, Gの2地区が該当した。両地区とも設置前年と2013年との比較では設置施設における件数の割合増加が明らかであった (G地区: $p < 0.001$, A地区: $p < 0.044$) が、これは設置施設での件数の増加に比し非設置施設での減少が大きかったためであった (詳細は示さず)。したがって、設置群での件数増加の割合は「集中化」傾向はあるもののその定義には当てはまらないと判断した。

次に、それぞれのロボット設置施設の手術件数の推移を見るために、各地区において設置施設での2013年と設置前年との手術件数の比 (当該施設の2013年件数/当該施設の設置前年件数) を検討した (比の算定

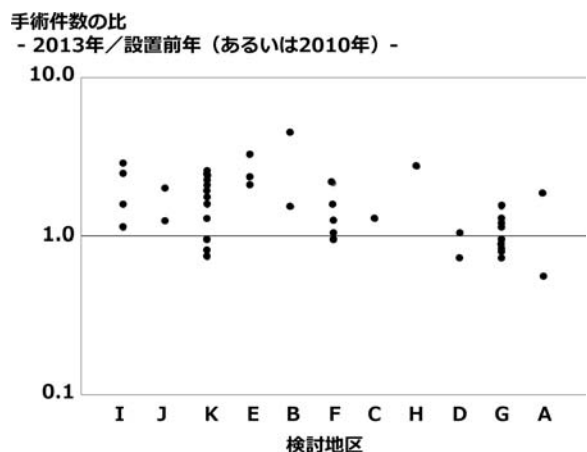


Fig. 10. 地区ごとの設置各施設の手術件数の比。比の算定が不可能であった1施設 (I地区) を除く。

が不可能な I 地区の 1 施設は除外)。なお, 設置前年が 2009 年あるいはそれ以前に当たる場合には 2010 年の手術件数を検討に用いた (44 設置施設中 6 施設のみ)。その結果, 比がそれぞれの地区において大幅な範囲に分布することはなく, どの地区も全体的には増加傾向を示す施設が多かった (Fig. 10)。

3) ロボット設置が前立腺手術の集中化を促さなかった原因

「集中化非関連」地区では, 手術件数の施設集中化傾向がロボット設置時から認められた。そこで, この点を確認するため, 検討初年度である 2010 年の 1 施設当たりの手術件数を, 「集中化」5 地区と「集中化非関連」4 地区とで比較した。なお, これら 9 地区のロボット設置 31 施設中 6 施設では 2010 年までにすでに設置が行われていたため, 2010 年の手術件数を検討に用いた。

「集中化」5 地区ではロボット設置および非設置施設を合わせ述べ 110 施設において 2,972 件の手術が行われ, 1 施設当たり年間平均手術件数は 27.0 件 (加重平均) であった (Table 2)。一方, 「集中化非関連」の 4 地区ではこの間の手術件数は延べ 29 施設で 1,030 件となり, 1 施設当たりでは年間 36.5 件 (同上) であった。各地区の 1 施設当たりの年間手術件数の分布は「集中化」地区と「集中化非関連」地区で明らかに差があった ($p < 0.001$, Mann-Whitney U-test)。したがって, ロボット設置にもかかわらず明らかな集中化がみられなかった理由の 1 つは, 上記で推測したように, 設置時あるいはそれ以前から特定施設に手術が集中していたためであった。

Table 2. 前立腺手術の「集中化」および「集中化非関連」地区における検討初年度 (2010 年) および 1 施設当たりの年間手術件数

「集中化*」 地区 (施設数)	2010 年手術件数	年間手術件数/ 施設***
B 地区 (9)	223	24.7
E 地区 (10)	145	14.5
I 地区 (12**)	323	26.9
J 地区 (6**)	136	22.3
K 地区 (73)	2,145	29.4
「集中化非関連*」 地区 (施設数)	2010 年手術件数	年間手術件数/ 施設***
C 地区 (5)	246	49.2
D 地区 (6)	282	47.0
F 地区 (12)	343	28.5
H 地区 (6)	159	26.5

* 本文 7 ~ 8 ページ参照。 ** 件数不明それぞれ 1 施設を除く。 *** 1 施設当たり年間手術件数: 「集中化」地区 vs. 「集中化非関連」地区。 $p < 0.001$, Mann-Whitney U-test。

考 案

1) 医療技術の受け入れ過程と泌尿器科領域におけるこれまでの経験例

医療技術に限らず新規の技術が現場に受け入れられるためには, 技術特性, 社会システムの特性などいくつかの要因があるとされている (Rogers の技術伝播理論)^{6,7)}。ロボット機器の迅速な臨床への導入の背景には, 優れた技術特性などの要因があったことは想像に難くない。

新しい医療機器が臨床に導入された場合に, その治療効果がこれまでのものと同等であっても, 患者にとって低侵襲で, かつ治療側にとっても操作しやすいものであるほど, 疾患の治療体系や患者の受診行動を大きく変化させる。特に, 当初は地域における治療施設が限定されることが多いため, 少なくともその時点では当該地域での医療施設の機能分担が成立する。この典型例と思われるのが尿路結石症に対する体外衝撃波結石破碎術である。例えば札幌地区では結石治療における医療施設の機能分担が明らかになった⁸⁾。ロボット設置もこのような状況を作り出す可能性がある。

2) ロボット設置施設での手術件数の集中化

今回の結果から, ロボット設置は地区によっては手術件数を設置施設に集中させる傾向が認められた。ただし, この集中化傾向は地区による差があった。すなわち, ロボット設置以前から 1 施設当たり年間 30 件未満程度の手術が比較的多くの施設で行われていた地区では, ロボット設置は手術件数の集中化を促進する方向に作用すると考えられた。一方, ロボット設置以前から特定少数の施設でのみ手術が行われていた地区では, もともと手術が集中していた施設に, たとえロボットが設置されたとしても, さらなる集中化を単純に促進するわけではないことも分かった。このような地区でのロボット設置による手術件数の増加には, 他の要因も関与すると思われた¹⁾。しかし, いずれの場合も手術件数の集中化という点ではその傾向を後押しする可能性がある。

なお, それぞれの地区の各ロボット設置施設では 2013 年と設置前年 (あるいは 2010 年) と手術件数の比が上下に大きく分布することはなかった。このことから, 各地区のそれぞれの設置施設での手術件数が増加あるいは逆に減少するような, いわば, 相反する傾向を示すために, 結果的に当該地区の手術件数の「集中化」の評価を歪めてしまうといった状況はないと考えられた。

今回のロボット手術で見られた手術件数の集中は一部の地域でのみ見られ, また, 泌尿器科という 1 診療科の現象であった。これが, 病院全体を巻き込んだも

のになると一般化することは困難である。しかし、後述のように病院機能の分担ということを考える上では興味深い結果である。

3) 設置施設への手術件数の集中化と病院・病床機能の分化 (分担)

医療機関の機能分化は、厚生労働省が病床機能報告制度および地域医療構想を通じて積極的に進めている政策である⁹⁾。その背景には、急速な高齢化がもたしている疾患構造の変化と必要とされる医療の内容の変化がある。すなわち、これまでの急性期病院・病床機能を中心とした「病院完結型医療」から回復期、慢性期を含めた医療を地域で担う「地域完結型医療」への変革である¹⁰⁾。そのためには、75歳以上の高齢者が激増した後、2,300万人というプラトー状態が四半世紀にわたって続く入口である2025年までに、急性期(高度急性期、一般急性期)病院・病床の一部を回復期、慢性期機能を担う病院・病床へと変更し、充実させることが政策として進められている¹¹⁾。このような状況を考えれば、今後、急性期医療を担う特定の医療機関に手術が集中してくる可能性がある。ロボット機器のような先進医療機器がその流れに掉さすことは十分考えられる。

4) 本研究の問題点と今後の課題

本研究にはいくつかの弱点がある。既述のように、手術件数の把握には、アンケート調査とDPC集計データを用いたが、両者とも正確な手術件数の把握という点では明らかに限界がある。前者による手術件数の把握は回収率の影響を受ける。一方、DPC集計データに関してはDPC参加医療機関以外の件数は把握できない。また、年間10件未満の手術件数は不明という欠点もある。実際、2010年から2013年までのロボット設置施設での手術件数の増加の一部には、アンケート回収率上昇も関与している可能性は否定できない。さらに、一部地区のロボット非設置施設での経年的な件数増加、あるいは減少を説明できる要因を特定できていない。検討対象地区の選定においても、今回の検討では一定の基準に沿って地区を設定したが、この妥当性に対する批判もある。

また、手術件数の「集中化」の検討では5地区において、一方、設置各施設の手術件数の比の検討および「集中化」を促さなかった要因の検討では6施設において、2010年までにロボットが設置されていたため、結果的に2010年の手術件数を検討に用いざるを得なかった。したがって、上記の施設では、ロボット設置前年ではなく設置初年度と2013年の手術件数との比較になった。

このような弱点を踏まえ、ロボット機器設置の手術件数の集中化について今後さらに詳細な長期間の検討が必要である。

結 語

ロボット設置により、地区によっては前立腺がんの根治手術件数の設置施設への集中化が生じた。「集中化非関連」地区は、検討初期からこの手術件数が集中する傾向のある地区であった。いずれの場合も、設置地区は今後とも手術件数が集中化すると推測された。

謝 辞

手術件数のアンケート調査(①)、尿路結石のアンケート調査(②)、手術件数の再確認(③)にご協力いただいた下記の泌尿器科諸先生に感謝申し上げます。

①全国ロボット設置97施設(各施設名は文献1に記載)。

②市立札幌病院、坂 泌尿器科病院、JCOH 北海道病院、仁榆会病院、中田泌尿器科病院、手稲溪仁会病院、恵佑会札幌病院、NTT 東日本札幌病院、三樹会病院。

③慶応義塾大学、三樹会病院、京都府立医科大学。論文作成に際し、ご助言いただいた石川ベンジャミン光一先生(国立がん研究センター がん対策情報センター がん統計研究部門 がん医療費調査室長)、札幌医科大学医学部公衆衛生学講座 森 満教授、大浦麻絵助教に感謝申し上げます。

アンケート調査、論文作成にご協力いただいたゼミの皆さん—阿部真美さん(M35)、西江健一先生(M36)、犬塚 亮さん(M36)、島 久美子さん(M36)に御礼申し上げます。

文 献

- 1) 塚本泰司, 田中 滋: 前立腺がんに対するロボット支援鏡視下手術の現状とロボット手術機器導入を促す要因—アンケート調査による検討—. 泌尿紀要 **61**: 321-328, 2015
- 2) 平成23年度第9回診療報酬調査専門組織・DPC評価分科会議事録. <http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000001u23a.html> (2015年5月8日, 最終アクセス)
- 3) 平成24年度第5回診療報酬調査専門組織・DPC評価分科会議事録. <http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000002hs9l.html> (2015年5月8日, 最終アクセス)
- 4) 平成25年度第7回診療報酬調査専門組織・DPC評価分科会議事録. <http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/0000023522.html> (2015年5月8日, 最終アクセス)
- 5) 平成26年度第5回診療報酬調査専門組織・DPC評価分科会議事録. <http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/0000056344.html> (2015年5月8日, 最終アクセス)

- 6) エベレット・ロジャーズ (三浦利雄訳): イノベーションの普及. 翔泳社, 2007
- 7) 橋本英樹: 第11章 医療技術の進歩と伝播. 橋本英樹/泉田信行編. 医療経済学講義. 東京大学出版会: 201-216, 2011
- 8) 塚本泰司: 先進医療機器の設置が患者受診動向, および施設の経営戦略に及ぼす影響—ロボット支援手術を対象とした検討—. 慶應義塾大学大学院経営管理研究科修士論文 (2014年度, 第2970号). 2015年3月
- 9) 厚生労働省: 病床機能報告制度. <http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000055891.html> (2015年5月8日, 最終アクセス)
- 10) 社会保障制度改革国民会議: 社会保障制度改革国民会議報告書—確かな社会保障を招来世代に伝えるための道筋—. 2013年8月6日. <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kokuminkaigi/pdf/houkokusyo.pdf> (2015年5月8日, 最終アクセス)
- 11) 社会保障制度審議会医療部会: 病床機能報告および地域医療ビジョンについて. 第32回社会保障制度審議会医療部会. 2013年9月13日

(Received on October 14, 2015)

(Accepted on November 11, 2015)