

令和 4 年 6 月 10 日現在

機関番号：74314

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2021

課題番号：19K19386

研究課題名（和文）代用貨幣を用いた医療機関における分散的意思決定の実証研究

研究課題名（英文）Development and evaluation of token-based decentralized decision making system in healthcare facilities

研究代表者

平木 秀輔（HIRAGI, Shusuke）

公益財団法人田附興風会・医学研究所 保健・健康研究部・研究主幹

研究者番号：60781523

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：トークンエコノミー法に基づくベッドコントロールを行うシステムを考案し、コンピュータシミュレーションによる挙動の推定と被験者実験による実務への影響を検討した。医師＝看護師間のやり取りを取りに見立て、代用貨幣（トークン）を通じて市場原理的に資源配分が行われるように設計した。推定された挙動は従来法による資源配分と大きな変化は見られなかった。被験者からは、満足度が向上し意思決定速度が上がるのが期待される反面、不健全な競争を惹起することへの懸念が表された。これらの結果により、病院経営のツール・意思決定のあり方として有用な可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで病院経営に関する意思決定は中央集権的に資源配分を行うものが多かったが、経営が複雑化する中で管理者に集中する情報が増え、必ずしも効率的な配分につながっていなかった。本研究では代用貨幣を通じて院内各部門が直接資源をやり取りすることを考案し、ベッドコントロールという個別課題でその有用性を検討した結果、迅速な意思決定や従業員満足度の向上につながることが示唆された。これにより、病院経営の新たなツールを提案することができた。

研究成果の概要（英文）：We proposed token-economy based bed allocation system which regarded nursing efforts as transaction between physicians and nurses. We also evaluated aforementioned system with computer simulation to examine its behavior, as well as with active nurse managers to hear their impressions about the system. Our result showed the behavior of the system, shown by allocation of patients, was not so different from conventional method. Nurse managers responded that employee satisfaction might improve and the timeliness of decision could be achieved, but they were anxious about evoking managerial rivalry. Summarizing these results, we concluded the method could be beneficial for hospital management through achieving optimized resource allocation.

研究分野：病院管理学

キーワード：トークンエコノミー法 病院管理 意思決定 ベッドコントロール 経営学

1. 研究開始当初の背景

病院経営とは限られた医療資源を有効活用して最大限の治療効果を上げることを目的とする資源配分の最適化問題といえる。昨今は医療が複雑化して専門化が進んでいる中で、多種の専門家が協働して患者の治療に当たることが一般的となっている。そのような中で、関係者の保有する情報をすべて収集して最適解を導き出すことは現実的ではない。すなわち、情報の非対称性が存在するわけである。

そこで研究代表者は、資源配分を代用貨幣（トークン）による評価尺度を通じて行うことで、多様な関係者の持つ情報を一次元に縮減することができ、最適配分に近い解を導出することが可能ではないかという仮説を立てた。トークンを通じた情報収受のエコシステムすなわちトークンエコノミーは児童心理学や精神医学の分野で行動変容のツールとしてこれまで活用されてきたが、病院経営に活用されたという報告はない。

2. 研究の目的

前項に示す背景をもとに、医療機関においてその経営管理の効率化を目的としたトークンエコノミーを設計・実装し、その効果を測定することを目的とする。

3. 研究の方法

医療機関における資源配分問題の中で大きなウェイトを占めるベッドコントロールを主たる対象として、トークンエコノミー法を通じたベッドコントロールを設計した。

具体的には、下記のようなフローを考案した。

- ① 病棟における看護業務の提供を取引対象とみなし、業務提供側の看護師が自分自身の忙しさやその他の選好を踏まえてトークンを貨幣単位とする価格を設定する
- ② 入院を必要とする患者が発生し、主治医は入院先を検討する。その際に、入院決定に対する対価として病院から一定額のトークンが供給される。
- ③ 主治医は看護業務を必要としているわけであるので、価格情報として示された複数の選択肢から自らの選好を踏まえて選択する。
- ④ 選択された病棟に対してトークンが移転され、取引が完了する。

上記の設計を評価するための実験として、下記の2実験を行った。

(実験1) コンピュータシミュレーションによるシステム挙動の推定

看護師の価格設定を模擬するエージェントと医師の購買行動を模擬するエージェントを実装し、ランダムに患者が発生させることでトークンエコノミーによるベッドコントロールのシステムとしての挙動を検討した。同じ順序で患者が発生した場合において既存の中央集権的なベッドコントロールを実施した場合と比較し、病棟の負担の推移ならびに患者と病棟の専門性のマッチング割合についても定量的に検討した。

(実験2)

ゲーム型シミュレーションシステムによる被験者実験

Webベースのゲーム型シミュレーションシステムを実装し、看護師長9名を対象に被験者実験を実施した。被験者は3名ずつ上記ゲームをプレイし、看護業務を提供する側として価格設定を体験した。ゲームの前後に表1に示す項目を7段階リッカート尺度で質問し、従来のベッドコントロールとトークンエコノミー法に基づくベッドコントロールについてそれぞれの項目を比較した。

加えて、収集したトークンによって得られる対価(Backup Reinforcer)として望ましいものは何か、自由記述で回答を得た。

被験者の主観的満足感はどうか
部下のスタッフの満足感はどうか
患者志向であるか
医療安全に資するか
迅速な意思決定が得られるか
不健全な競争を誘発するか
病院のガバナンスが利くか
病院収益に資するか
スタッフの成長に資するか

表1: 被験者実験における評価項目

4. 研究成果

(実験1による成果)

従来法その他、トークンエコノミー法の場合において主治医エージェントが「最安値の病棟を選択する」場合と「患者の病態に習熟した病棟には2倍までの価格差を許容する」場合を実装し、シミュレーションを実施した。各手法における病棟の忙しさ値の分布は、図1のとおりとなつ

た。忙しき値の中央値はどの仮定でも変化しないものの、最安値を選好するエージェントの場合には外れ値が上方に多い傾向となった。また、病棟の専門性のマッチング割合を図2に示す。最安値を選好するエージェントの場合、病棟の専門性を考慮せずに割当が発生するため、マッチング割合が低下する傾向にあった。

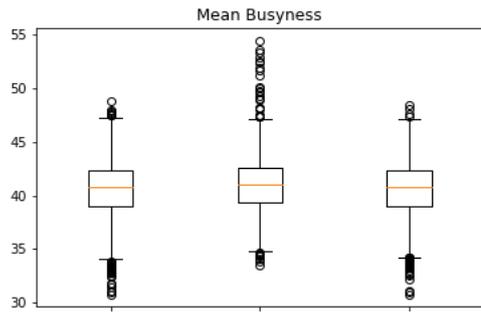


図1: コンピュータシミュレーションにおける忙しさ値の分布
左: 価格差を許容するエージェント
中: 最安値を選好するエージェント
右: 従来法

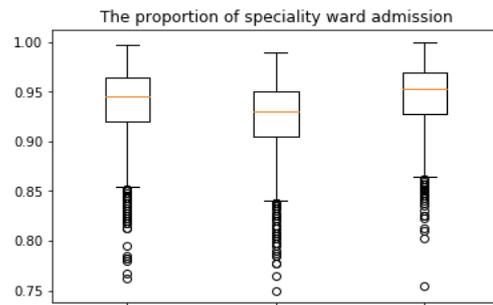


図2: コンピュータシミュレーションにおける病棟専門性マッチング割合の分布
左: 価格差を許容するエージェント
中: 最安値を選好するエージェント
右: 従来法

(実験2による成果)

各項目に対する被験者の回答の平均値は図3のとおりであった。被験者自身や部下のスタッフの満足度は向上し、迅速な意思決定が期待されるとする反面、患者志向ではないと評価され、また不健全な競争を誘発する可能性があるとの回答であった。

Backup Reinforcer として望ましいものに関する回答は、表のとおりであった。なお黄色は看護職の人的資源配分に関わるものであり、青色は金銭的報酬、赤色は看護職以外の人的資源配分に係る回答である。看護職員の配分に関する回答が上位を占め、次には金銭的報酬を望む声が多かった。

これらの結果により、トークンエコノミー法に基づくベッドコントロールは従来法と比べて満足度は向上するものの、看護管理者の立場からみれば患者志向の欠如やガバナンスの不徹底を想起するものであると考えられた。また、Backup Reinforcer に関する回答により、トークンエコノミー法に基づくベッドコントロールはベッドという経営資源配分に役立つのみならず、トークンの収集を人員配置と紐づけることでインセンティブ設計となすことができ、かつ人的資源配分の適正化に役立つ可能性が示唆された。

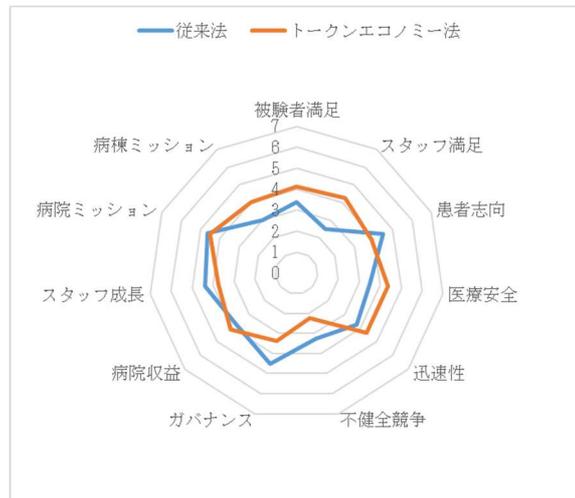


図3: 各項目に対する被験者の反応 (平均値)

被験者 No.	第1位	第2位	第3位	第4位	第5位
1	看護師	研修への参加	学会参加	休暇またはボーナス	環境整備
2	スタッフ増員	出張旅費支給	詰所内備品購入	看護補助者増員	器械購入
3	人員	休暇	給料・ボーナス	超過勤務時間の減少	メンタルサポート
4	スタッフ数の増加	病棟へのインセンティブ (お金)	物品	PC端末の増加	医師の増加
5	手当	人	休み	休憩時間の延長	職場以外での交流の場
6	看護師の増員	看護師への賃金上昇	医師の増員	控室の整備	
7	看護師を増やしてほしい	看護助手を増やしてほしい	スタッフ休憩室の整備	スタッフ教育教材の購入	
8	病棟の頑張りを表彰	ケアに必要な物品購入資金	食事券やレクリエーション資金	給与に還元	
9	人員	時間	新しい機器		

表2: Backup Reinforcer に対する被験者の回答
黄色背景色: 看護職の人員配置に関するもの
青色背景色: 金銭的報酬に関するもの
赤色背景色: 看護職以外の人的資源配分に関するもの

(総合考察)

トークンエコノミー法を病院経営上の資源配分問題に応用するという構想について、ベッドコントロールを具体的なテーマとして実現可能性を探ることができた。コンピュータシミュレーションによる挙動の推定によると、従来法に比べて労働配分に大きな影響はないようであったが、従来のルールベースの配分に比べて病棟の専門性とのマッチング率が低下した。これは、価格付けメカニズムが病棟の専門性を必ずしも反映しない設計になっているからであるが、医師の選好が病棟の専門性を考慮する場合にはマッチング率は従来法とほぼ変化がなかった。実運用に応用する場合は業務の提供側と購入側双方の選好が適切に反映されることで、従来の配分と大幅な変化はないと考えられた。

被験者実験によって主観的評価を収集したところ、トークンエコノミー法は従来法に比べて満足度が向上する可能性が示唆された。従来の中央集権的手法に比べて現場が意思表示することができ分散的に意思決定がなされることから、モチベーションの向上につながるものと考えられた。加えて、管理者による調整業務が発生する従来法に比べて迅速な意思決定に寄与する可能性も示され、実務上のメリットになりうると考えられた。反面、患者を貨幣価値的なもので評価する体裁となることから、不健全な競争を惹起することや、患者志向ではないのではないかと懸念も示された。実務に応用する場合は、追加的なルール設計が必要であると考えられる。

トークンエコノミー法は元来、Backup Reinforcer と呼ばれる収集したトークンに対する報酬の設計が重要であるとされている。被験者実験によれば人的資源が Backup Reinforcer として望ましいとの回答が多く、トークン収集量の多寡と人員配置基準をリンクすることによってモチベーション設計とし、ベッドのみならず人的資源配置の適正化に資する可能性が示唆された。

(今後の展望)

本研究によりトークンエコノミー法は適切なルール・インセンティブ設計と伴に実装することで病院経営上の資源配分ツールとして有用であることが示唆された。

今後はベッドコントロール以外の資源配分問題、たとえば無駄な検査の削減や地域連携上の意思決定などに応用し、実装してゆきたいと考えている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Hiragi Shusuke, Hatanaka Jun, Sugiyama Osamu, Saito Kenichi, Nambu Masayuki, Kuroda Tomohiro	4. 巻 6
2. 論文標題 Token Economy-Based Hospital Bed Allocation to Mitigate Information Asymmetry: Proof-of-Concept Study Through Simulation Implementation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 JMIR Formative Research	6. 最初と最後の頁 e28877 ~ e28877
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2196/28877	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Kido Ai, Miyake Masahiro, Akagi Tadamichi, Ikeda Hanako Ohashi, Kameda Takanori, Suda Kenji, Hasegawa Tomoko, Hiragi Shusuke, Yoshida Satomi, Tsujikawa Akitaka, Tamura Hiroshi, Kawakami Koji	4. 巻 260
2. 論文標題 Association between topical α -blocker use and asthma attacks in glaucoma patients with asthma: a cohort study using a claims database	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology	6. 最初と最後の頁 271 ~ 280
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00417-021-05357-z	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 小林 恭, 田村 寛, 平木 秀輔, 西田 幸代, 宮川 美栄子, 黒田 知宏, 小川 修	4. 巻 67
2. 論文標題 泌尿器科学術領域におけるダイバーシティ推進 --泌尿器科紀要掲載論文65年間・1万編の解析--	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 泌尿器科紀要	6. 最初と最後の頁 125 ~ 132
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14989/ActaUrolJap_67_4_125	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Sato Noriaki, Uchino Eiichiro, Kojima Ryosuke, Sakuragi Minoru, Hiragi Shusuke, Minamiguchi Sachiko, Haga Hironori, Yokoi Hideki, Yanagita Motoko, Okuno Yasushi	4. 巻 6
2. 論文標題 Evaluation of Kidney Histological Images Using Unsupervised Deep Learning	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Kidney International Reports	6. 最初と最後の頁 2445 ~ 2454
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ekir.2021.06.008	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shusuke Hiragi, Osamu Sugiyama, Jun Hatanaka, Shosuke Ohtera, Goshiro Yamamoto, Kazuya Okamoto, Masayuki Nambu, Tomohiro Kuroda	4. 巻 270
2. 論文標題 Preliminary Evaluation of Market Mechanism-Based Bed Allocation System	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Studies in Health Technology and Informatics	6. 最初と最後の頁 1363-1364
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3233/SHTI200443	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Sawada Atsuro, Hiragi Shusuke, Tamura Hiroshi, Goto Rei, Matsuyama Yoko, Sakai Kaoru, Miyata Hitomi, Yanagita Motoko, Kuroda Tomohiro, Ogawa Osamu, Kobayashi Takashi	4. 巻 53
2. 論文標題 Evaluation of the Quality of Life and Health-Related Quality of Life of Patients With End-Stage Kidney Disease Resulting From Kidney Transplantation Using the Kidney Disease Quality of Life-Short Form and EuroQOL-5 Dimension-5 Level Questionnaires	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Transplantation Proceedings	6. 最初と最後の頁 881 ~ 884
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.transproceed.2020.09.018	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hiragi Shusuke, Sato Noriaki, Uchino Eiichiro, Kuroda Tomohiro, Yanagita Motoko	4. 巻 44
2. 論文標題 Association between the size of healthcare facilities and the intensity of hypertension therapy: a cross-sectional comparison of prescription data from insurance claims data	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Hypertension Research	6. 最初と最後の頁 337 ~ 347
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41440-020-00549-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Santos Luciano Henrique De Oliveira, Okamoto Kazuya, Funghetto Silvana Schwerz, Cavalli Adriana Sch?ler, Hiragi Shusuke, Yamamoto Goshiro, Sugiyama Osamu, Castanho Carla Denise, Aoyama Tomoki, Kuroda Tomohiro	4. 巻 7
2. 論文標題 Effects of Social Interaction Mechanics in Pervasive Games on the Physical Activity Levels of Older Adults: Quasi-Experimental Study	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 JMIR Serious Games	6. 最初と最後の頁 e13962 ~ e13962
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2196/13962	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 平木秀輔
2. 発表標題 ウィズコロナを見据えた「分権的」医療資源配分の可能性
3. 学会等名 メディカルジャパン大阪（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平木 秀輔, 杉山 治, 大寺 祥佑, 山本 豪志朗, 佐々木 博史, 岡本 和也, 南部 雅幸, 黒田 知宏
2. 発表標題 代用貨幣によるベッドコントロールシステムの効率性評価
3. 学会等名 第63回システム制御情報学会研究発表講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 平木秀輔, 黒田知宏, 井原正裕, 加藤源太
2. 発表標題 京大病院実践的医療経営プロフェッショナル教育事業の取り組み~経営マインドを備えた若手の育成を目指して~
3. 学会等名 第57回日本医療・病院管理学会学術総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kenichiro Fujita, Osamu Sugiyama, Shusuke Hiragi, Kazuya Okamoto, Tadamasa Takemura, Tomohiro Kuroda
2. 発表標題 Analysis for the Annual Text Amount of Electronic Medical Records
3. 学会等名 MEDINFO 2019（国際学会）
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------