

一般口演 | 第40回医療情報学連合大会（第21回日本医療情報学会学術大会） | 一般口演

## 一般口演13

### 医療アセスメント

2020年11月20日(金) 14:00 ~ 15:40 F会場 (イベントホール・特設会場1)

#### [3-F-3-03] オープンデータと人口重心を利用した二次医療圏における高度医療機器の配置の妥当性の検討

\*中村 敦<sup>1,2</sup> (1. 医療データ分析ラボ, 2. 株式会社サンネット)

\*Atsushi Nakamura<sup>1,2</sup> (1. 医療データ分析ラボ, 2. 株式会社サンネット)

キーワード : Open data, Advanced medical equipment, Population center of gravity, GIS

【目的】2025年での地域の必要病床数の目安が掲げられた地域医療構想では、入院機能を中心として調整が進められている。これに対し医療計画では、医療資源を重点的に活用する外来を担う医療機関の地域毎の明確化が進められている。今回、医療資源のひとつである高度医療機器の医療圏内配置の妥当性についてオープンデータと人口重心を利用して検討を行った。

【方法】毎年各医療機関から報告される「病床機能報告」上のCT、MRIなどの高度医療機器の配置・設置数や医療従事者数、並びに「医療機能情報提供制度（医療情報ネット）」上の外来患者数や高度医療機器の検査実施数などのデータを利用して、二次医療圏内での高度医療機器の分布状況を重心分析により把握した。これに加え、同医療圏内の人口分布による人口重心との距離並びに方位の比較分析を行った。

【結果と考察】高度医療機器の分布重心、機器数当たりの検査数重心、医師数当たりの検査数重心等のさまざまな重心指標と人口分布のバランス点である人口重心とは位置の一致は観られないが、重心間距離と方位は二次医療圏毎にかなり異なっていた。このことは現存のCT、MRI等の設置状況・検査状況では地域住民の分布に即した配置ではないことが要因だと思われる。また、従前よりCT、MRI等の設置数はその検査数等から過剰であるとされている。これらのことから現存のCT、MRIの検査数、設置場所等を変化させるシミュレーションを行うことで、その地域に最適な配置が得られると考えられる。

【結語】高度医療機器の設置・更新には多大な費用が必要なことから、各医療機関にとっては、今後の病院運営上、設置・更新時期や要不要の検討は避られない問題となっている。このことから、これまでは医療機関単位での設置の検討を行っていたが、今後は前述のシミュレーション等を活用して、地域全体での設置・更新を進めていくべきだと考える。

# オープンデータと人口重心を利用した二次医療圏における高度医療機器の配置の妥当性の検討

中村 敦<sup>\*1\*2</sup>

\*1 医療データ分析ラボ、\*2 株式会社サンネット

## Examination of validity of placement of advanced medical equipment in secondary medical area using public information and population center of gravity

Atsushi Nakamura<sup>\*1\*2</sup>

\*1 Mediacal Data Analysis Labo. , \*2 Sunnet Corporation

### Abstract :

In the medical plan, the clarification by region of the medical institution that is responsible for outpatients, which mainly uses medical resources, is being promoted. This time, we examined the adequacy of the placement of advanced medical equipment (CT, MRI, PET), which is one of the medical resources, in the secondary medical service area using open data and the center of gravity of the population. The distribution center of gravity of the advanced medical equipment, the center of gravity of the number of images, etc. and the center of gravity of the population were not coincident with each other, and the distance between the centers of gravity was considerably different in each secondary medical area. From this, it was found that the current installation and inspection status of CT, MRI, etc. does not match the distribution of local residents. In addition, it has been said that the number of CTs, MRIs, etc. installed has been excessive due to the number of examinations. From these, it is considered that the optimal layout for the area can be obtained by performing a simulation that changes the number of existing CT and MRI examinations and the installation location.

**Keywords:** Open data , Advanced medical equipment , Population center of gravity , GIS

## 1. 目的

現在、団塊の世代がすべて75歳以上の後期高齢者となる2025年に向けて、全国の都道府県ごとに、安定した医療供給体制の構築を目指した地域医療構想が策定されている。これにより構想区域を基本単位とした医療の供給体制の現状と将来的な医療需要を基とした高度急性期・急性期・回復期・慢性期のそれぞれの機能別の必要病床数が示され、地域に見合った医療機能の見直しを行い、構想区域内の医療機関が供給できる機能別入院病床を確保する準備が始められている。このように地域医療構想では入院機能を中心として調整が進められている。これに対し医療計画では、医療資源を重点的に活用する外来を担う医療機関の地域毎の明確化の議論が進められ、その中で「高額等の医療機器・設備を必要とする外来」の類型化の話も出てきている。また、地域医療構想に関するワーキンググループや医療従事者の需給に関する検討会でも医療機器の効率的な活用の議論がなされている。このように高度医療機器の分布がこれからの地域の外来診療のひとの鍵となると考えられる。このことから今回、この医療資源のひとつである高度医療機器の二次医療圏内の配置状況の妥当性についてオープンデータと人口重心を利用して検討を行うこととした。

## 2. 目的

### 2.1 分析対象データ並びに使用ソフトウェア

人口分布については、2015年度の国勢調査の2分の1地域メッシュ(500mメッシュ)データ<sup>1)</sup>を利用し、人口重心の算出についても同調査データを利用した。

性別年齢階級別都道府県別の受療率については、2017年度患者調査<sup>2)</sup>を使用した。

病院・有床診療所の分布(住所)並びに高度医療機器(CT、

MRI、PET等)の配置・設置数については広島県の2018年度病床機能報告<sup>3)</sup>を使用した。

各医療機関の高度医療機器(CT、MRI、PET等)のそれぞれの撮影実施数等については各医療機関が医療機能に関する情報について都道府県へ報告する「医療機能情報提供制度(医療情報ネット)」のひとつである救急医療NET HIROSHIMA<sup>4)</sup>の公開情報を使用した。

住所データ等については、東京大学空間情報科学研究センターの“CSVアドレスマッチングサービス”<sup>5)</sup>を利用して、経度緯度への変換を行った。

データの集計・分析等についてはMicrosoft Excel 2016を、図化については地理情報システム QGIS 3.4 Madeira<sup>6)</sup>を使用し、行政区分並びに二次医療圏区分については国土交通省の国土数値情報<sup>7)</sup>を利用した。

### 2.2 分布地図・各重心等の算出手順

人口分布は2分の1地域メッシュ(500m)単位の人口で7階級に段階的に色分け表示し、病床数並びに新入院患者数については対象となる医療機関を中心とするその数値を半径とする円として表示した。

$$X = \frac{\sum(W_i \times X_i \times \cos(Y_i))}{\sum(W_i \times \cos(Y_i))} \quad Y = \frac{\sum(W_i \times Y_i)}{\sum W_i}$$

$XY$	: 人口重心の経度, 緯度
$W_i$	: $i$ 区画の人口
$X_i, Y_i$	: $i$ 区画の代表点の経度, 緯度

図1 人口重心の計算式

人口重心とは、人口の一人一人が同じ重さを持つと仮定して、その地域内の人口が、全体として平衡を保つことのできる点を言い、人口の分布平面のバランス点となる。算出式

は、人口重心の経度・緯度をそれぞれ $X, Y, i$  区画の人口を $W_i, i$  区画の代表点の経度・緯度を $X_i, Y_i$  とすると図1のとおりとなる<sup>8)</sup>。今回、医療機関を受診するのは居住者全員ではなく一部であるという観点から、性別年齢階級別の受療率を利用して、区画毎の性別年齢別の受療者数を算定し、それを受療人口とした。この受療人口を元として人口重心を計算し、これを”受療人口重心”とした。

これとは別に、各医療機関の高度医療機器のうち CT、MRI 並びに PET について、設置台数、撮影数、そして1台当たりの撮影数を計算し、二次医療圏単位での CT と MRI、PET の台数重心、撮影重心、そして1台撮影重心を次の要領で算出した。

図1の式で計算した人口重心を「CT・MRI・PET の設置重心(ないしは撮影重心等)」と読み替え、 $X, Y$  を台数重心の経度・緯度とする。 $i$  区画を医療機関の所在地とし、 $i$  区画の代表点の経度・緯度を医療機関の所在地の経度・緯度とし、 $i$  区画の人口は設置台数(ないしは撮影数等)として計算し、台数重心、撮影重心、1台撮影重心のそれぞれを記号([I]installation [S]can Par[U]nit)で表示した。

### 2.3 2点間距離等の算出手順

受療人口重心から台数重心、撮影重心並びに1台撮影重心間の距離を地球の赤道半径  $r=6,378.137\text{km}$  を半径とする球体として球面三角法<sup>9)</sup>で計算し、距離比較を行った。

2地点を地点 $i, j$ として、それぞれの経度緯度を $X_i Y_i, X_j Y_j$ 、2点間の距離を $D_{ij}$ とすると、経度緯度から2地点間の距離を算出する計算式は図2の通りとなる。

$$D_{ij} = r \times \cos^{-1}(\sin(\delta_i) \times \sin(\delta_j) + \cos(\delta_i) \times \cos(\delta_j) \times \cos(\gamma))$$

$D_{ij}$  : 地点 $i, j$ 間の距離  
 $r$  : 地球の赤道半径 = 6378.137km  
 $X_i, Y_i$  : 地点 $i$ の経度, 緯度  
 $X_j, Y_j$  : 地点 $j$ の経度, 緯度  
 $\gamma, \delta$  : 経度, 緯度のラジアン値

図2 経度緯度による2点間の距離の計算式

### 2.4 各2点間距離の視覚化

受療人口重心からの CT・MRI・PET の台数重心、撮影重心並びに1台撮影重心間の距離をレーダーチャートで表示して視覚化し、分析を行う。

## 3. 結果

### 3.1 受療人口重心と高度医療機器台数重心等との2点間距離

受療人口重心と CT・MRI・PET それぞれの台数重心(I)、撮影重心(S)、そして1台撮影重心(U)と間の2点間距離を算出した。(表1)

### 3.2 受療人口重心と高度医療機器台数重心等との2点間距離のレーダーチャート

表1の結果のうち CT 並びに MRI の台数重心、撮影重心、1台撮影重心を二次医療圏毎にレーダーチャート表示した。(図3 図4 図5 図6 図7)

PET については、二次医療圏内の医療機関に全く設置されていない区域や単数設置の区域があったため、今回のレーダーチャート分析対象からは除外した。

表1 二次医療圏別受療人口・高度医療機器重心間の距離(km)

高度医療機器各重心	広島	広島西	呉	広島中央	尾三	福山・府中	備北
CT台数	0.324	1.480	2.067	3.570	0.432	0.895	0.963
CT撮影数	1.067	1.287	1.001	0.727	2.073	0.843	1.564
CT撮影数/台	0.932	2.310	1.648	0.458	1.975	2.102	0.763
MRI台数	0.458	1.493	1.190	2.090	1.320	1.449	2.675
MRI撮影数	1.297	1.220	0.497	2.617	1.730	2.182	1.952
MRI撮影数/台	1.257	0.692	0.577	2.617	1.517	0.771	1.952
PET台数	1.418	9.149	1.600	-	5.670	3.895	9.884
PET撮影数	2.267	9.149	1.600	-	5.670	4.056	9.884
PET撮影数/台	1.626	9.149	1.600	-	5.670	4.056	9.884

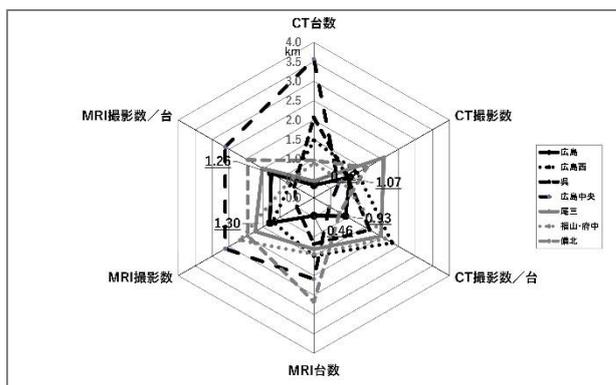


図3 受療人口・高度医療機器重心間距離[広島県全域]

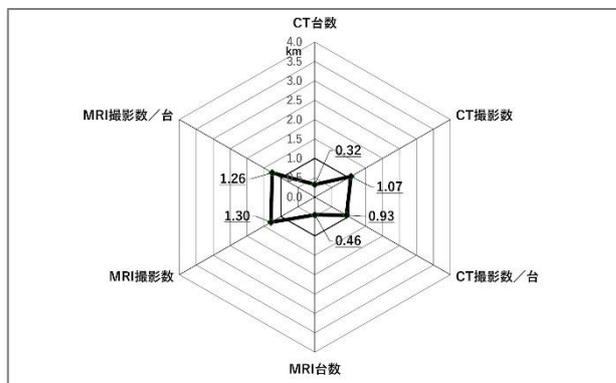


図4 受療人口・高度医療機器重心間距離[広島]

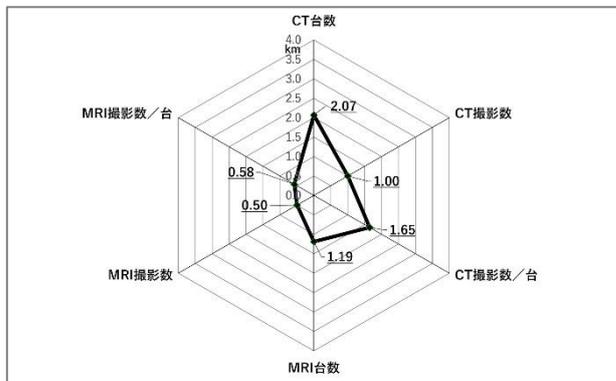


図5 受療人口・高度医療機器重心間距離[広島西]

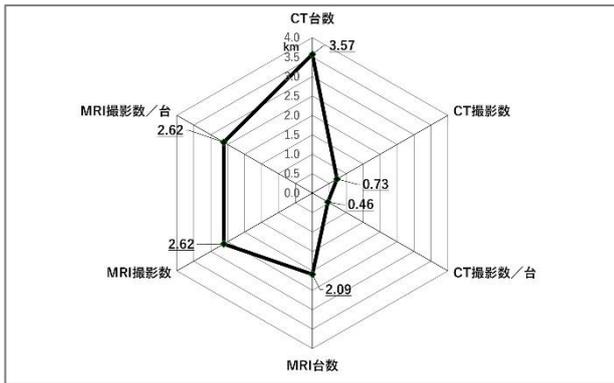


図 6 受療人口・高度医療機器重心間距離[広島中央]

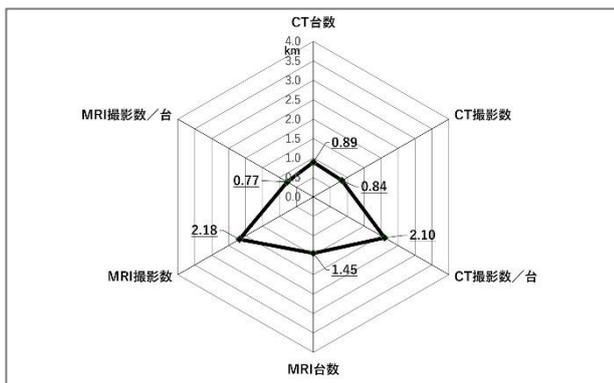


図 7 受療人口・高度医療機器重心間距離[福山・府中]

#### 4. 考察

CT 及び MRI の高度医療機器の台数重心、撮影重心、1 台撮影重心等の各重心指標と受療人口分布のバランス点である受療人口重心と位置の一致は観られないが、重心間距離は二次医療圏毎にかなり異なっていた。(図 3)

人口重心は人口分布平面を 1 点で支えることのできるバランス点であることから、他の重心についても同様の考え方ができると思われる。CT や MRI、PET などの高度医療機器の設置されている医療機関を受診した患者は、その受診理由にもよるが、その高度医療機器の被撮影機会を得ていることから、台数重心は撮影機会のバランス点とも考えられる。同様に高度医療機器の撮影件数は実際の撮影実態を表しているの、撮影重心は撮影実態のバランス点とも考えられる。また、1 台当たりの撮影数は撮影効率を表していることから、1 台撮影重心は撮影効率のバランス点と考えることができる。

広島医療圏(図 4)では、CT 並びに MRI の台数重心位置が他の医療圏の同重心より受療人口重心に近く、受診患者に被撮影機会がより多く与えられていると考えられる。

広島中央医療圏(図 6)では、広島医療圏とは逆に、CT・MRI の台数重心が受療人口重心からかなり離れており、受診患者に与えられる被撮影機会がより少ないと考えられるが、1 台撮影重心が近いことから、この二次医療圏の CT の撮影効率は良いと考えられる。

このように医療機関毎の高度医療機器の台数、撮影数、1 台当たりの撮影数から、区域(二次医療圏等)での重心を求め、レーダーチャート化することで、その区域での該当する高度医療機器についての受診患者の被撮影機会、撮影実態、撮影効率が実際の受診患者の分布と一致しているかどうかを判別できる考えられる。

CT 及び MRI の人口 10 万人当たりの保有状況を観ると都道府県によってバラツキはあるが、比較的増加傾向にあると思われる。(図 8)

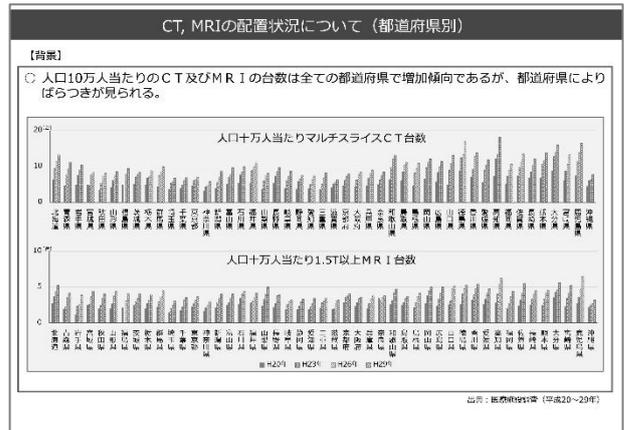


図 8 CTMRI の配置状況について(都道府県別)

【地域医療構想に関する WG 平成 31 年 1 月 30 日 資料 2 より】<sup>10)</sup>

また、二次医療圏別の CT、MRI 台数と検査数には、強い負の相関があり、人口当たりの台数が多くなると稼働が悪くなる状況となっている。(図 9)

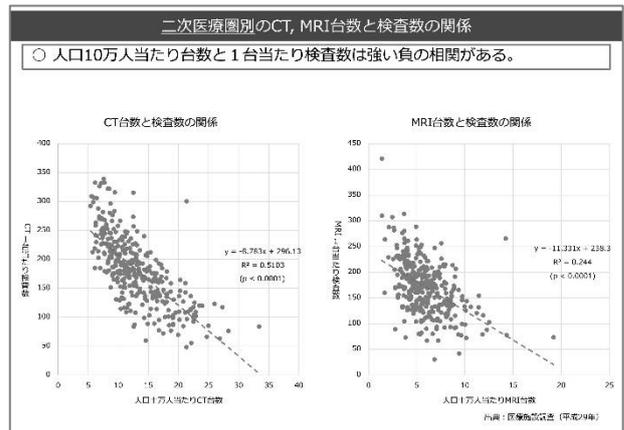


図 9 二次医療圏別の CT、MRI 台数と検査数の関係

【地域医療構想に関する WG 平成 31 年 1 月 30 日 資料 2 より】

このように、二次医療圏内の CT・MRI の設置台数にはその受療患者規模等で上限があると思われ、CT や MRI 以外の高額医療機器でも同様な状況となる可能性がある。各医療機関にとり、日々の診療に欠かせない機器ではあるが、過剰に投資することで経営面での問題が出てくることも考えられる。

これらのことから、二次医療圏内で受療人口重心と設置重心(撮影機会重心)、撮影重心(撮影実態重心)、そして 1 台撮影重心(撮影効率重心)との距離が最小となるような高度医療機器の配置が必要となる。これには、今回提示したレーダーチャートを使用し、設置場所等を変化させたシミュレーションを実施することで、地域住民にとっても、医療機関にとっても高度医療機器の設置や利用に関して理想的な配置が考えられる。病院や診療所の施設とは異なり、高度医療機器は耐用年数が少ないことから、本方式の実用性はかなり高いと考えられる。

## 5. 結語

高度医療機器の設置・更新には多大な費用が必要なことから、各医療機関にとっては、今後の病院運営上、設置・更新時期や要不要の検討は避けられない問題となっている。このことから、これまでは医療機関単位での設置の検討を行っていたが、今後は前述のシミュレーション等を活用して、地域全体での設置・更新を進めていくべきだと考える。

これに加えて、高度医療機器の使用対象者など受療人口等の設定をより詳細にすることでより精密な分析ができると考える。

## 参考文献

- 1) 政府統計の窓口(e-stat). 平成 27 年国勢調査(500m メッシュ). 2015. [<https://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/toukeiChiri.do?method=init> (cited 2020-Apr-15)]
- 2) 政府統計の窓口(e-stat). 平成 29 年患者調査. 2017. [<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/database?page=1&toukei=00450022&tstat=000001031167> (cited 2020-Apr-15)]
- 3) 広島県. 平成 30 年度病床機能報告結果. 2020. [<https://www.pref.hiroshima.lg.jp/soshiki/64/heisei30.html> (cited 2020-Mar-25)]
- 4) 広島県. 救急医療 NET HIROSHIMA. 2020 [<http://www.qq.pref.hiroshima.jp/qq34/qqport/kenmintop/> (cited 2020-Jan-25)]
- 5) 東京大学空間情報科学研究センター. CSV アドレスマッチングサービス. 2020. [<http://newspat.csis.u-tokyo.ac.jp/geocode/> (cited 2020-Aug-19)]
- 6) QGIS. フリーでオープンソースの地理情報システム. 2018. [<https://www.qgis.org/ja/site/> (cited 2019-Jun-08)]
- 7) 国土交通省. 国土数値情報 ダウンロードサービス. 2020. [<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/> (cited 2020-May-25)]
- 8) 総務省統計局. 統計表で用いられる用語, 分類の解説 1. 2017. [<http://www.stat.go.jp/data/kokusei/2005/users/yougo/yougo1.htm> (cited 2018-Apr-10)]
- 9) 三浦英俊. 緯度経度を用いた 3 つの距離計算方法. オペレーションズ・リサーチ 2015; Vol.60, No.12:701-705.
- 10) 第 18 回地域医療構想に関するワーキンググループ. 資料 2 医療機器の効率的な活用等について. 厚生労働省, 2019. [[https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage\\_03436.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_03436.html) (cited 2020-Jul-07)]