

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 9 日現在

機関番号：10107

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24790494

研究課題名(和文)北海道における冬季の患者受療行動モデルの構築と評価

研究課題名(英文)Simulation analysis of patients flow on the effects of winter weather conditions in Hokkaido

研究代表者

谷川 琢海(TANIKAWA, Takumi)

旭川医科大学・医学部・講師

研究者番号：40446539

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では冬季の患者受療動向について分析を行い、医療圏設定の妥当性と医療資源の適正配置を明らかにすることを最終的な目的として、冬季の交通特性を把握し、夏季の医療圏との違いを明らかにする分析を行なった。北海道の札幌二次医療圏、上川中部二次医療圏を対象として、天候・路面状況による所要時間の増加を移動コスト係数として仮定し、冬季における中核医療機関までの時間ごとの到達エリアを、GISを用いたシミュレーションによって明らかにした。また、自動車の走行履歴データから実際の移動コスト係数を推定して、シミュレーション分析の結果について評価を行った。

研究成果の概要(英文)：Background and Purpose: Travel times for hospital are different from summer and winter in snow country because of icecovered roads and snowstorms. The purpose of this study was to appear the geographical patient flow in winter season by simulation analysis. Methods: The winter travel time was simulated by GIS. The several cost value was added on summer travel time. The region from medical institutions was simulated for each arrival time, and compared between summer and winter. And the probe data of the car navigation system was used to test the assumption of the cost value. Results and Discussion: Accessible region for medical institutions was put on the map at definite time intervals. Population cover ratio and area cover ratio were calculated among a secondary medical service area.

研究分野：医療情報学

キーワード：地域医療 地理情報システム

### 1. 研究開始当初の背景

北海道をはじめとする寒冷地では、冬季の交通事情が夏季と比較して著しく悪化することが広く知られている。冬季間の道路交通特性の把握に関する研究は、土木計画学の分野でこれまで多くの研究が行われており、積雪期は無積雪時に比べて、交通量、平均旅行速度とも半分以下に減少することが指摘されている。また、冬季の速度低下によって、生活圏域が縮小する可能性について指摘されており、冬期間の降雪や路面凍結の影響による交通のアクセシビリティの悪化は、医療へのアクセシビリティの低下にも直結すると考えられる。しかし、これまで医療分野においては冬季の受療動向については報告されていないのが現状である。医療サービスへのモビリティ低下は、時間コストの増加や緊急時の受診を困難にするなどの問題がある。

我々は患者受療動向について下記に示すような研究をこれまで行っており、北海道を対象地域とした研究成果を蓄積しているが、いずれも夏季を想定した分析であり、冬季の道路事情（速度低下・冬季閉鎖）を考慮した分析が課題となっている。<sup>[1-3]</sup>

我が国の医療提供体制は国民皆保険制度のもと、地域の人々に効率的かつ公平でなければならない。医療圏は生活圏を考慮して設定された地域単位であるため、冬季の生活圏の縮小は住民の受療機会に影響を与えている可能性がある。地方の医療圏にはそれぞれ中心となる自治体や医療機関が存在することが一般的である。夏季は通院が可能な地域であっても、冬季は移動負担の増加によって通院が困難になる地域が発生する。このような地域は医療圏の境界付近で発生することが予想される。このような医療機関へのモビリティの確保・向上が課題であり、該当する地域を明らかにして、補完的な医療サービスの提供を検討することが必要である。

これまで「越冬入院」に関する分析の中で冬季の交通事情を考察した報告があるが、医療サービスへのモビリティを定量的に評価した報告はほとんどみられない。

### 2. 研究の目的

本研究では、冬季の患者受療動向について分析を行い、医療圏設定の妥当性と医療資源の適正配置を明らかにすることを最終的な目的として、冬季の交通特性を把握し、夏季の医療圏との違いを明らかにする分析を行った。

### 3. 研究の方法

#### (1) 冬季到達圏のシミュレーション分析

##### 対象地域の設定

北海道の札幌二次医療圏（人口 2,342,338 人（平成 22 年国勢調査）；以後、札幌医療圏と呼ぶ。）および上川中部二次医療圏（人口 403,246 人（同）；以後、上川中部医療圏と呼ぶ。）を対象として分析を行った。

札幌医療圏は人口 190 万人以上の札幌市を中心とする 6 市 1 町 1 村によって構成される医療圏であり、圏域内には 5 万人以上の比較的人口の多い市が所在している。上川中部医療圏は、札幌市に次いで北海道第 2 の都市である旭川市を中心として、1 市 9 町によって構成されている。北海道の中央部に位置しており、特に旭川市は道北地域の交通の要衝でもあるが、周囲は山々に囲まれており、旭川市以外の人口は 1 万人以下のところが多い。我が国でも特に冬の寒さが厳しい地域として有名であり、路面凍結や積雪による影響を受けやすい地域である。

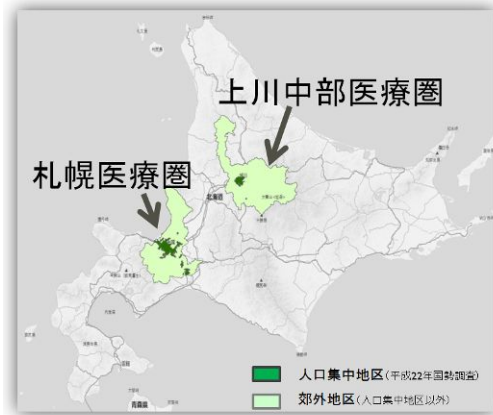


図 1 対象地域(札幌、上川中部二次中部圏)

#### 地理情報システム GIS による分析

冬季のアクセシビリティの低下が受療動向に与える影響について分析を行うため、患者が自動車を利用して二次医療圏の中核となる医療機関を外来受診する場合を想定した。夏季と比較して冬季に増大する所要時間をコスト係数として変化させ、医療機関までの時間毎の到達圏域を解析した。地理情報システムには Arc GIS 10.1 (ESRI 社) を利用し、道路ネットワークデータ（高速道路を除く）と医療機関のポイントデータを用いて解析を行った。

それぞれの医療圏について 400 床以上の病床を有する中核医療機関（札幌医療圏 6 施設、上川中部医療圏 4 施設）を設定し、夏季と冬季の移動負担をコストとして設定した。天候・路面状況については、市街地と郊外によって状況が異なるため、表 1 のような仮説を立案し、市街地（人口集中地区）と郊外に区分してコスト係数を設定した。人口集中地区と郊外のいずれもコスト係数 1 とした場合（D）を夏季と想定し、冬季（A～C）においては夏季に比べて所要時間よりもコスト係数を乗じた分だけ多くの時間を移動に要するものとした。GIS のネットワーク解析機能を利用して、道路の区間ごとの所要時間などの属性情報に基づいた医療機関までの所要時間を計測した。

表1 天候・路面状態により設定したコスト

天候・路面状況 (所要時間が増大する理由)	人口集中地区 コスト係数	郊外 コスト係数
A 人口集中地区のみが非常に滑りやすいツルツル路面である	3	1
B 人口集中地区はアイスバーン、郊外は吹雪で視界不良	2	2
C 郊外は猛吹雪であり、視界不良	1	3
D 夏季と同じような路面状況	1	1

#### 所要時間ごとの人口カバー率およびカバー面積の評価

中核医療機関までの所要時間の変化を人口集中地区および郊外についてコスト係数を1から3までの間で変化させて評価を行い、地図上に視覚的に表現した。また、人口に基づく評価として中核医療機関までの所要時間を15分から120分まで15分単位に区分し、それぞれの所要時間以内に到達できる地域の二次医療圏の全人口に対する割合を人口カバー率として計算した。さらに、それぞれの所要時間以内に到達できる地域(到達エリア)の面積と二次医療圏全体の面積の割合を計算した。

#### カーナビ走行履歴データによる実際のコスト係数の推定評価

シミュレーション分析のパラメータについて、過去のデータに基づいて実際のコスト係数を推定するため、走行履歴に係るプローブデータ(北海道エリア)(パイオニア社製)を用いて分析を行なった。走行履歴に係るプローブデータとは、自動車に搭載されたカーナビゲーションシステムから収集される走行履歴データであり、時間情報とともに走行中の自動車の位置情報、走行速度、道路種別などの情報を得ることができる。

本研究では、北海道エリアにおける夏季(2013年9月15日~9月21日)と冬季(2014年2月16日~2月22日)における、個人情報を識別できないように加工されたプローブデータを用いて、人口集中地区と郊外地区の夏季・冬季それぞれの平均速度を計算した。冬季のコスト係数は、夏季の平均速度から冬季の平均速度を除いた値で計算することとし、中核医療機関までの所要時間の変化を分析した。

## 4. 研究成果

### (1) 所要時間ごとの人口カバー率

札幌医療圏と上川中部医療圏における所要時間ごとの人口カバー率は、人口集中地区のコスト係数を変化させた場合に大きく変化した(図2~7)。所要時間が60分以内となる地域の人口カバー率は、夏季は札幌医療圏90.4%、上川中部医療圏94.0%であったが、郊外のコスト係数を1に固定し、人口集中地区のコスト係数を2とした場合には、札幌医療圏75.8%、上川中部医療圏90.6%に低下した。また、人口集中地区のコスト係数を3と

した場合には、札幌医療圏で57.5%、上川中部医療圏80.5%に低下した。コスト係数の設定による所要時間の差が最も大きくなるのは、両医療圏ともに30分以内となる圏域であった。一方、郊外のコスト係数を2、3と変化させた場合の人口カバー率は、札幌医療圏では87.8%、86.9%、上川中部医療圏では89.4%、87.3%であり、人口集中地区のコスト係数を変化させた場合に比べて大きな変化は見られなかった。

医療計画の策定は夏季の患者受療行動調査に基づいて行われる。しかし、北海道のように季節により移動負担の全く異なる地域では、冬季を考慮した医療機能の検討が必要である。本研究の結果より、冬季には中核医療機関への所要時間が夏季に比べて長くなり、所要時間ごとの到達圏域が縮小することを視覚的に表現することができた。

冬季においては、特に市街地周辺において走行車線が少なくなり、交差点周辺の路面は凍結するため、自動車の走行速度は低下し、頻繁に渋滞が発生する。人口カバー率に関する分析結果において人口集中地区のコスト係数に強く影響を受けて変化したのは、多くの住民が人口集中地区に多く居住し、その付近に医療機関も存在しているためと考えられる。冬季においては医療機関までの所要時間が増大するにも関わらず、医療機関における患者数には季節による明らかな違いはない。多くの患者については、所要時間の増大に伴う移動負担の増大を受け入れて通院しているものと考えられる。

### (2) 所要時間ごとの到達エリア

所要時間ごとの到達エリアは、郊外のコスト係数を変化させた場合に大きく変化した。60分以内の到達エリアの面積は、人口集中地区のコスト係数を1に固定し、郊外のコスト係数を2とした場合には札幌医療圏で夏季と比較して60.1%、上川中部医療圏で46.1%に低下した。また、郊外のコスト係数を3とした場合には札幌医療圏で49.9%、上川中部医療圏で31.0%に低下した。

この結果より、郊外における天候変化による影響が、遠方からの受診する患者に対しては長時間の移動を強いていることが示唆された。郊外では吹雪による見通しが悪いような場合に自動車の走行速度が低下するケースが多くある。郊外の人口は比較的少なく、医療圏全体の所要時間に及ぼす影響は限定的であるが、郊外に居住する住民は冬季の移動負担が市街地の住民と比べて非常に大きくなる。冬季には天候や路面状態によっては所要時間が2時間を超える地域も多く発生するだろう。そのような地域を考慮した医療計画の立案や、このような地域に対する遠隔医療技術をはじめとする情報技術を駆使した補完的な医療サービスや住民への医療情報の提供など、追加的な医療サービスの検討が必要であると考えられる。

札幌医療圏の到達圏(人口集中地区のコスト係数を変化)

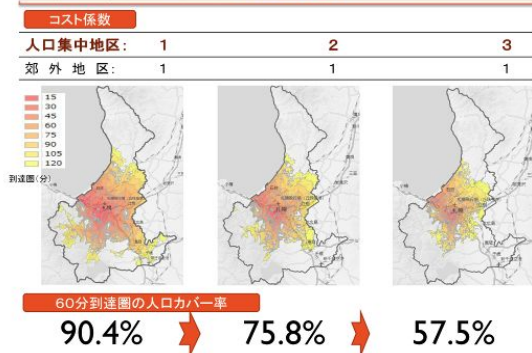


図2 札幌医療圏における人口集中地区のコスト係数を変化させた場合の人口カバー率の変化

上川中部医療圏の到達圏(人口集中地区のコスト係数を変化)

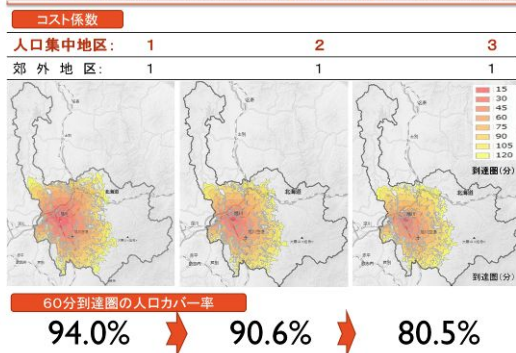


図5 上川中部医療圏における人口集中地区のコスト係数を変化させた場合の人口カバー率の変化

札幌医療圏の到達圏(郊外地区のコスト係数を変化)

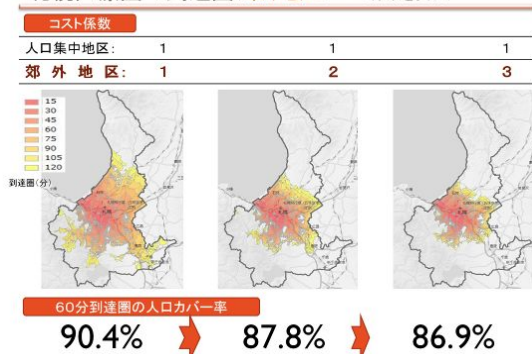


図3 札幌医療圏における郊外地区のコスト係数を変化させた場合の人口カバー率の変化

上川中部医療圏の到達圏(郊外地区のコスト係数を変化)

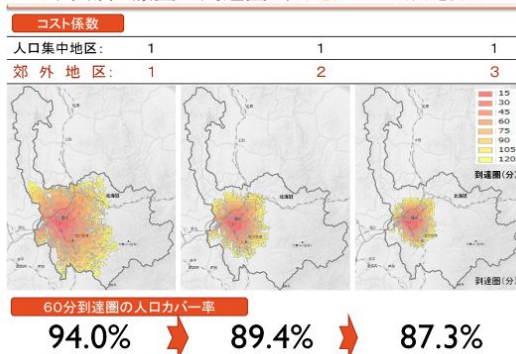


図6 上川中部医療圏における郊外地区のコスト係数を変化させた場合の人口カバー率の変化

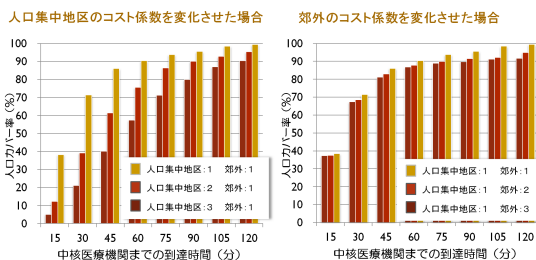


図4 札幌医療圏のコスト係数ごとの人口カバー率

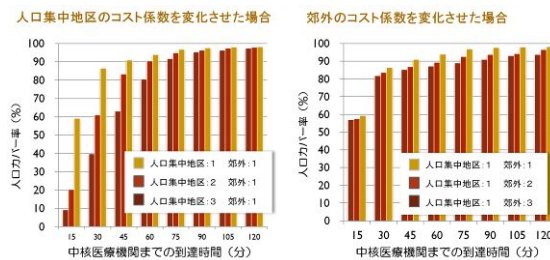


図7 上川中部医療圏のコスト係数ごとの人口カバー率

(3) 実測データによる冬季コスト係数推定

北海道全域のすべての道路種別を対象にして分析した結果、夏季(11,310プロブ、12,976,663ポイント)の平均走行速度は、人口集中地区では35.3km/h、郊外地区では61.9km/hであった。一方、冬季(11,584プロブ、11,368,168ポイント)の平均走行速度は、人口集中地区では27.4km/h、郊外地区では53.7km/hであり、夏季に比べてそれぞれ22%、13%の走行速度の低下が認められた。これらより冬季のコスト係数を計算した結果、人口集中地区では1.15、郊外地区では1.29の値が得られた。

この冬季コスト係数を適用して、所要時間が60分以内となる地域の人口カバー率は、札幌医療圏では夏季90.4%から冬季87.9%に、上川中部医療圏では夏季94.0%から冬季87.9%にそれぞれ低下した。また、所要時間が30分以内となる地域の人口カバー率は、札幌医療圏では夏季71.5%から冬季64.8%に、上川中部医療圏では夏季86.5%から冬季83.2%にそれぞれ低下した。

過去の自動車走行履歴の実測データによりコスト係数を推定したところ、コスト係数は予想よりも小さな値となり、人口集中地区よりも郊外地区の値の方が大きい傾向が得られた。ただし、冬季の天候や道路状況は

短時間に時々刻々と大きく変化するため、気象データや道路種別と組み合わせた詳細な分析がさらに必要である。

#### <引用文献>

谷川 琢海、小笠原 克彦、大場 久照、櫻井 恒太郎、ミニ・サム型配置モデルを用いた救急医療機関の最適配置の分析-北海道の小児急病センターの配置を事例として-、病院管理、43 巻 3 号、2006、23-34

大場 久照、小笠原 克彦、谷川 琢海、櫻井 恒太郎、空間的相互作用モデルと地理情報システム(GIS)を用いた受療行動モデルの構築と空間的分析-北海道における遠隔医療整備のために-、医療情報学、26 巻 5 号、2006、309-321

大場 久照、谷川 琢海、小笠原 克彦、移動嗜好指数を用いた受療動向の評価に関する基礎的研究、日本医療・病院管理学会誌、45 巻 4 号、2008、299-310

#### 5. 主な発表論文等

##### [雑誌論文](計 9 件)

二田 晴彦、永田 毅、前川 秀正、谷川 琢海、石津 浩一、向井 まさみ、上村 幸司、鎌田 正、関 昌佳、安藤 裕 . GPU を使った 3 次元非線形レジストレーションの精度および速度評価 . 信学技報 2015 ; 114(482) ; 259-263 (査読なし)

谷川 琢海、上村 幸司、向井 まさみ、横岡 由姫、奥田 保男、石津 浩一、石井 茂如、池田 智、関 昌佳、安藤 裕 . ITK ツールを用いた 3 次元非線形位置合わせ手法による複数回放射線治療の線量分布合成に関する精度評価 . 信学技報 2014 ; 113(410) ; 347-350 (査読なし)

谷川 琢海、西本 尚樹、小笠原 克彦、伊藤 陽一 . 教育講座-放射線技術学で必要な基礎統計学- 10 . 多群の比較(3) - ノンパラメトリック検定 - . 日本放射線技術学会雑誌 2013 ; 69(8) ; 885-894 (査読なし)

DOI:http://doi.org/10.6009/jjrt.2013\_JSRT\_69.8.885

谷川 琢海、奥田 保男 . オンライン画像連携を支える技術と将来像 . 日本放射線技術学会雑誌、69(3) 、 320-327、2013 (査読なし)

DOI:http://doi.org/10.6009/jjrt.2013\_JSRT\_69.3.320

上村 幸司、谷川 琢海、安藤 裕、向井 まさみ、奥田 保男、横岡 由姫、石津 浩一、石井 茂如、池田 智、増澤 高、長田 雅和、関 昌佳 . 腹部 CT 画像を対象とした非線形位置合わせ法の検討 体表抽出による効果 .MEDICAL IMAGING TECHNOLOGY、31(Suppl.)、1-7、2013(査読なし)

谷川 琢海、医療分野におけるクラウドの現状と将来展望 . インナービジョン ITvision 2013 ; 27 ; 46-47 (査読なし)

Tanikawa T, Ohba H, Ogasawara K, Okuda Y, Ando Y, Geographical Distribution of Radiotherapy Resources in Japan: Investigating the Inequitable Distribution of Human Resources by Using the Gini Coefficient , Journal of Radiation Research 2012; 53 (3); 489 - 491 (査読あり)

DOI:10.1269/jrr.11103

谷川 琢海、西本 尚樹、小笠原 克彦、伊藤 陽一 . 教育講座-放射線技術学で必要な基礎統計学- 3 . 記述統計とデータの可視化、日本放射線技術学会雑誌、68(11)、1546-1554、2012 (査読なし)

DOI:http://doi.org/10.6009/jjrt.2012\_JSRT\_68.11.1546

上村 幸司、谷川 琢海、安藤 裕、向井 まさみ、奥田 保男、横岡 由姫、石津 浩一、石井 茂如、池田 智、増澤 高、長田 雅和、関 昌佳 . 放射線治療計画支援のための腹部 CT 画像を対象とした非線形位置合わせ法の検討、MEDICAL IMAGING TECHNOLOGY 2012 ; 30(Suppl.) ; 1-7 (査読なし)

##### [学会発表](計 22 件)

谷川 琢海、福本 麗香、大井 晃治、他 . 医療文書作成支援システム運用の現状と課題 ~ 診療録の完全電子化以降のスキャン文書との比較 ~、平成 26 年度大学病院情報マネジメント部門連絡会議、2015 年 2 月 11 日、岐阜市

谷川 琢海、廣川 博之 . 汎用画像管理システムの運用実績と画像情報の統合的な管理に向けた検討、平成 26 年度大学病院情報マネジメント部門連絡会議、2015 年 2 月 11 日、岐阜市

二田 晴彦、永田 毅、前川 秀正、谷川 琢海、他 . GPU を使った 3 次元非線形レジストレーションの精度および速度評価 . JAMIT フロンティア 2015、2015 年 3 月 3 日、石垣市

大場 久照、鈴木 紀貴、谷川 琢海 . 地域医療計画における計画の考え方に関する記述の解析 - 北海道と青森県を事例として -、第 34 回医療情報学連合大会、2014 年 11 月 6 日、千葉市

高橋 拓也、谷川 琢海、小笠原 克彦 . 札幌市における診療科ごとの患者集積分析 . 第 34 回医療情報学連合大会 2014 年 11 月 8 日、千葉市

向井 まさみ、上村 幸司、谷川 琢海、他 . 放射線治療計画支援のための 3 次元非線形位置合わせ手法の DICOMRT 画像への適用の評価、第 34 回医療情報学連合大会、2014 年 11 月 7 日、千葉市

岩田 邦弘、村上 昇、鈴木 達也、森谷 俊春、谷川 琢海、小笠原 克彦。画像診断検査による大腸癌肝転移の術前検索における効率の評価、第 34 回医療情報学連合大会、2014 年 11 月 6 日、千葉市  
大井 晃治、高橋 伯明、川上 耕実、岡本 志津香、中塚 知子、鳴海彩香、渡辺 弥生、成田昭夫、谷川 琢海。スキャン室における集中スキャン運用でのスキャン取込みの精度管理について、第 40 回日本診療情報管理学会学術大会、2014 年 9 月 11 日、盛岡市  
谷川 琢海、廣川 博之。病院情報システム更新プロジェクトにおけるコンテンツマネジメントシステムの活用、第 70 回日本放射線技術学会総会学術大会、2014 年 4 月 10 日、横浜市  
安藤 裕、上村 幸司、谷川 琢海、他。ITK ツールを用いた複数回の治療における線量分布合成に関する臨床的評価、第 73 回日本医学放射線学会総会、2014 年 4 月 12 日、横浜市  
西本 尚樹、伊藤 陽一、谷川原 綾子、辻 真太郎、福田 晋久、谷川 琢海、小笠原 克彦。放射線工学領域の信頼区間と閾値に基づくサンプルサイズ決定、第 70 回日本放射線技術学会総会学術大会、2014 年 4 月 11 日、横浜市  
谷川 琢海、上村 幸司、他。ITK ツールを用いた 3 次元非線形位置合わせ手法による複数回放射線治療の線量分布合成に関する精度評価、JAMIT フロンティア 2014、2014 年 1 月 27 日、那覇市  
谷川 琢海、大場 久照。北海道における冬季の天候・路面状況が患者受領動向に与える影響の評価、第 33 回医療情報学連合大会、2013 年 11 月 21 日、神戸市  
大場 久照、大嶋 未紀、谷川 琢海、他。医療計画における二次医療圏の圏域設定に関する研究 - 北海道を事例として -、第 33 回医療情報学連合大会、2013 年 11 月 21 日、神戸市  
向井 まさみ、上村 幸司、谷川 琢海、他。放射線治療計画支援のための 3 次元非線形位置合わせ手法の DICOMRT (Ion Plan) への適用の検討、第 33 回医療情報学連合大会、2013 年 11 月 21 日、神戸市  
上村 幸司、谷川 琢海、他。腹部 CT 画像を対象とした非線形位置合わせ法の検討 - 体表抽出による効果 -、第 32 回日本医用画像工学会、2013 年 8 月 2 日、東京都  
小林 達明、谷川 琢海、辻 真太郎。オントロジー技術を利用した JJ1017-32 コード管理アプリケーションの開発、第 41 回日本放射線技術学会秋季学術大会、2013 年 10 月 18 日、福岡市

岩田 邦弘、谷川 琢海、村上 昇、他。検査前有病率を考慮した MR elastography の診断能評価: 文献データを基に判断樹分析を用いた検討、第 41 回日本放射線技術学会秋季学術大会、2013 年 10 月 18 日、福岡市  
西本 尚樹、伊藤 陽一、谷川原 綾子、辻 真太郎、福田 晋久、谷川 琢海、小笠原 克彦。放射線技術領域における非劣性検定の症例数設計、第 69 回日本放射線技術学会総会学術大会、2013 年 4 月 12 日、横浜市  
向井 まさみ、上村 幸司、谷川 琢海、他。放射線治療計画支援のための 3 次元非線形位置合わせ手法の検討、第 32 回医療情報学連合大会、2012 年 11 月 17 日、新潟市  
① 上村 幸司、谷川 琢海、安藤 裕、他。放射線治療計画支援のための腹部 CT 画像を対象とした非線形位置合わせ法の検討、第 31 回日本医用画像工学会大会、2012 年 8 月 4 日、札幌市  
② 谷川 琢海、奥田保男、坂本博、他。可搬媒体による情報交換の諸問題の洗い出しと対策の検討班 課題報告、第 40 回日本放射線技術学会秋季学術大会、2012 年 10 月 04 日、東京都

〔図書〕(計 3 件)

谷川 琢海、他(共著)。第 3 版 医療情報サブノート、篠原出版新社(東京)、2014  
谷川 琢海、他(編著)。新版医療情報 第 2 版 情報処理技術編、篠原出版新社(東京)、2013  
谷川 琢海、他(編著)。放射線医療技術学叢書(29)「放射線部門における情報システムの構築」、日本放射線技術学会(京都)、2012

6. 研究組織

(1) 研究代表者

谷川 琢海 (TANIKAWA, Takumi)  
旭川医科大学・医学部・講師  
研究者番号: 40446539

(2) 研究協力者

大場 久照 (OHBA, Hisateru)  
北海道科学大学・保健医療学部・教授  
研究者番号: 50419222

廣川 博之 (HIROKAWA, Hiroyuki)  
旭川医科大学・医学部・教授  
研究者番号: 30133838