

北海道における脳梗塞アルテプララーゼ静注療法拠点病院への自動車アクセス時間と地域格差改善

サイショウ	ヤスアキ	ナカギ	ヨシヒコ	カワニシ	ヤスユキ
西條 泰明*1	中木 良彦*4	川西 康之*3			
ヨシオカ	エイジ	イトウ	トシヒロ	ヨシダ	タカヒコ
吉岡 英治*2	伊藤 俊弘*6	吉田 貴彦*5			

目的 北海道内の居住地域から、脳梗塞アルテプララーゼ静注療法の実施できる脳卒中急性期医療拠点病院への自動車アクセス時間について地理情報システム（GIS）ソフトウェアを用いて推定し、またアクセス時間を短縮することで改善するための拠点病院配置案を示すことを目的とした。

方法 北海道医療計画に掲載されている61医療機関を脳卒中急性期医療拠点病院とし、平成22年国勢調査における町丁字別人口に1人以上の居住者が存在する地区ごとに、直近の拠点病院への自動車アクセス時間を推定した。二次医療圏・市町村ごとのアクセス時間は町丁字別人口居住者数の重み付けをした平均値として算出した。またアクセス時間を改善するための拠点病院配置案については、二次医療圏ごとにアクセス時間上位の二次医療圏へ、7医療機関を新たに割り当てたアクセス時間改善案の検討も行った。

結果 61拠点病院へのアクセス時間について、平均60分以上となる二次医療圏が6医療圏存在し、うち90分以上は5医療圏であった。アクセス時間を改善するための拠点病院追加案については、①二次医療圏でアクセス時間が平均60分以上であり、医療圏内に拠点病院が設定されていない6医療圏、②アクセス時間60分以上に該当する人数が、約7万4千人と医療圏では2番目に多い1医療圏に1拠点病院を追加したと仮定した。以上、計68拠点病院とした場合の二次医療圏ごとのアクセス時間を計算すると、平均60分以上は1医療圏のみとなった。

結論 本研究では、GISソフトウェアを用いて、特に二次医療圏ごとの拠点病院への平均アクセス時間を示した上で、北海道の現状を考えた脳卒中急性期医療拠点病院の例を示した。脳梗塞急性期治療については、二次医療圏や自治体ごとのアクセス状況を検討し、地域の現状を考えて改善案を考えていく必要があると考える。

キーワード 脳梗塞、遺伝子組み換え組織プラスミノゲンアクチベーター（rt-PA、アルテプララーゼ）、拠点病院、地理情報システム（Geographic Information System：GIS）、アクセス時間

I 緒 言

脳梗塞を早期に治療することによって日常生活動作（ADL）の低下を防止することは、本人の生活の質の改善においても、また、その後の介護負担の軽減にも重要である。脳梗塞患者

における遺伝子組み換え組織プラスミノゲンアクチベーター（rt-PA、アルテプララーゼ）の静脈内投与は、わが国において2005年から発症後3時間以内の症例について保険適用となった。その後、発症後3～4.5時間の治療開始介入試験のpool解析でもその有効性が示され¹⁾、2012

*1 旭川医科大学健康科学講座地域保健疫学分野教授 *2 同准教授 *3 同助教
*4 旭川医科大学健康科学講座人間環境保健分野助教 *5 同教授 *6 旭川医科大学看護学科教授

年8月31日からrt-PA投与の国内の保険適応は脳梗塞発症4.5時間以内に変更されたが、発症してその時間内に画像検査等を行った後に静脈内投与を開始する必要がある。

近年、地理情報システム（GIS：Geographic Information System）用ソフトウェアにより医療機関へのアクセス時間の検討が行われてきており、Miwaらは、全国の市町村役場から三次救急病院への乗用車によるアクセス時間を検討し、都道府県間での格差の存在、また北海道で平均アクセス時間が最も長くかかることを報告している²⁾。さらに、5県の脳梗塞rt-PA治療医療機関への60分以内の自動車アクセス人口割合を報告している論文では、発症から4.5時間以内にrt-PAを静注するために、①病院到着から投与開始までの時間については理想的には60分以内とされるが、他の救急対応等を行っている場合、それ以上となる可能性もあること、②できれば発症3時間以内に医療機関に到着したいが、その間、発症から救急要請、医療機関の受け入れ決定などの時間経過もあること等を考慮し、医療機関へは60分以内のアクセスが望ましいとしている³⁾。

「医療計画について（平成24年3月30日厚生労働省医政局長通知）」では「一定の人口規模（おおむね20万人未満）の二次医療圏について、医療の需給状況を踏まえ、入院医療を一体の区域として提供できているか検証し、特に流入患者割合が20%未満、流出患者割合が20%以上であった場合は、設定の見直しを検討する。なお、設定の見直しを検討する際は、二次医療圏の面積や基幹となる病院までのアクセス時間等も考慮することが必要である」とされている。また、第9回医療計画の見直し等に関する検討会資料（平成23年12月7日）では、北海道では21医療圏中10医療圏が人口20万人未満、かつ流入患者割合が20%未満、かつ流出患者割合が20%以上であることが示されていた⁴⁾。その後作成された、平成25年版の北海道医療計画において従来の21医療圏は見直されていないが、継続して検討すべき事項としてとりあげられている。今後の医療圏の検討において、特に広大な面積で

ある北海道におけるアクセス時間を考慮して二次医療圏を設定することが必要で、アクセス時間の二次医療圏ごとや市町村ごとの詳細なデータが必要と考える。

本研究では、GISソフトウェアを用いて北海道内の居住地域から脳卒中急性期医療拠点病院への自動車アクセス時間を計算し、二次医療圏ごと、市町村ごとの平均アクセス時間を推定すること、またアクセス時間を改善するための脳卒中急性期医療拠点病院配置案を示すことを目的とした。

Ⅱ 方 法

（1）脳卒中急性期医療拠点病院

北海道医療計画〔改訂版〕から「脳卒中の急性期医療を担う医療機関一覧（平成25年度11月現在）へ掲載されている61医療機関を今回の脳卒中急性期医療拠点病院と定義した。医療機関名公表基準には、「rt-PAによる血栓溶解療法が24時間対応可能であること」が含まれている⁵⁾。

（2）脳卒中急性期医療拠点病院へのアクセス時間

平成22年国勢調査における、町丁字別人口に1人以上の居住者が存在する地区ごとに直近の脳卒中急性期医療拠点病院への自動車アクセス時間を推定した。町丁字ごとのアクセス時間計算の起点は地図上の重心に設定した。離島でのみ町が構成され、町内に拠点病院が無い利尻町、利尻富士町、礼文町、奥尻町や、その他の市町村に含まれる離島は車によるアクセス時間が計算できないため除外し、北海道内175市町村が解析対象となった。GISソフトウェアはArcGIS 10.2 (ESRI, NYC) のNetwork analyst解析を利用し、道路地図のデータはArcGISデータコレクション「道路網2014」（2013年版、ESRI ジャパン）を用いた。二次医療圏ごと市町村ごとのアクセス時間は町丁字別人口居住者数の重み付けをした平均値として算出した。

(3) 脳卒中急性期拠点病院へのアクセス時間改善の提案と提案後のアクセス時間

二次医療圏ごとの平均アクセス時間が平均60分以上の二次医療圏と、アクセス時間60分以上の人口数が上位の二次医療圏について、アクセス時間短縮のための仮の拠点病院を設定した。仮の設定であるが、実現可能性を考え、設備面と実績から脳卒中救急への対応の可能性が高いと考えられる医療機関を候補病院と設定するため、医療圏内で二次救急を行っており、CT、MRIの設備がある総合病院で地域センター病院に指定されている機関を割り当て（7医療機関）、割り当て後の自動車アクセス時間を前記と同様に検討した。

表1 61施設への二次医療圏ごとのアクセス時間
(拠点病院追加前)

	人口 (人)	平均 (分)	標準 偏差	60分以上		90分以上		拠点 病院 (カ所)
				N	%	N	%	
総数	5 494 012	22.3	30.6	594 119	10.8	330 407	6.0	61
根室	80 569	137.2	20.4	80 569	100.0	80 569	100.0	-
日高	75 321	121.9	34.8	73 639	97.8	61 053	81.1	-
北渡島檜山	41 058	116.0	27.7	41 058	100.0	36 299	88.4	-
遠紋	76 351	93.0	23.2	70 512	92.4	38 585	50.5	-
南松山	23 249	91.4	14.4	22 705	97.7	12 146	52.2	-
富良野	45 489	74.1	14.9	35 362	77.7	5 866	12.9	-
宗谷	62 065	40.8	46.3	17 856	28.8	15 196	24.5	1
後志	232 935	39.1	36.5	74 146	31.8	28 503	12.2	2
留萌	55 143	36.3	34.3	18 928	34.3	4 301	7.8	2
上川北部	71 630	28.5	22.4	4 664	6.5	2 033	2.8	1
十勝	348 597	26.2	24.8	48 686	14.0	8 842	2.5	3
釧路	247 320	22.8	27.7	36 459	14.7	15 155	6.1	3
西胆振	200 230	21.6	17.4	5 540	2.8	1 533	0.8	2
南空知	181 886	21.6	14.5	5 083	2.8	-	-	2
北網	233 634	20.5	20.0	12 301	5.3	1 617	0.7	5
南渡島	402 525	20.2	24.3	33 190	8.2	13 747	3.4	4
中空知	118 662	17.4	14.6	586	0.5	-	-	2
東胆振	216 058	17.2	18.3	8 750	4.0	4 460	2.1	5
北空知	35 706	12.7	9.9	-	-	-	-	-
上川中部	403 246	11.9	9.4	1 474	0.4	502	0.1	7
札幌	2 342 338	9.4	5.5	2 611	0.1	-	-	22

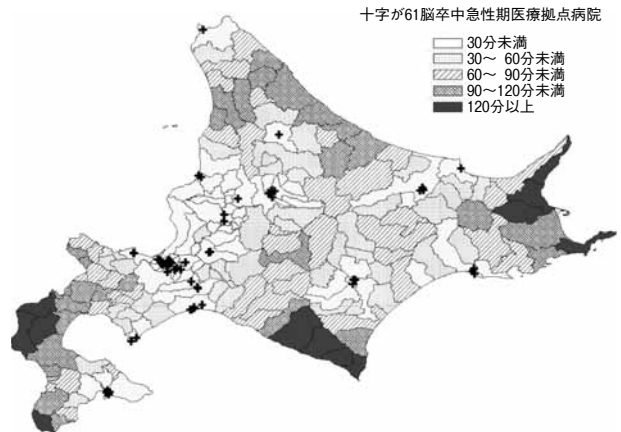
(4) 統計解析

アクセス時間の平均値の算出に統計ソフトはSPSS statistics Version 22.0 (SPSS, Inc, Chicago) を用いた。また、医療機関割り当て前後のアクセス時間のジニ係数はR 3.03を用いて算出した。

Ⅲ 結 果

二次医療圏ごとのアクセス時間の平均値、60分以上のアクセス時間となる人口と人口割合、90分以上のアクセス時間となる人口と人口割合を表1に示した。平均60分以上となる医療圏が6医療圏存在し、特に北渡島檜山は60分以上に人口割合の100%、根室は90分以上に人口割合の100%が該当していた。また、後志では平均は39.1分のアクセスであるが、60分以上に該当する人口が約7万4千人と医療圏では2番目に多かった。また各市町村のアクセス時間の平均を30分未満(N=53)、30~60分未満(N=43)、60~90分未満(N=39)、90~120分未満(N=28)、120分以上(N=12)にカテゴリー化し、地図上に61拠点病院の配置と共に示した(図1)。特に

図1 各市町村からの61医療機関へのアクセス
(拠点病院追加前)



平均90分以上となる市町村は、オホーツク海側、根室医療圏、道南の日本海側を中心に分布していた。

脳卒中急性期拠点病院へのアクセス時間改善の提案のために、候補となる医療機関を選定した。表1において、二次医療圏についてアクセス時間が平均60分以上であり、医療圏内に拠点病院が設定されていない根室に「市立根室病院」、日高に「浦河赤十字病院」、北渡島檜山に「八雲総合病院」、遠紋に「広域紋別病院」、南

檜山に「道立江差病院」、富良野に「富良野協会病院」を、また、アクセス時間が60分以上に該当する人数が約7万4千人と医療圏では2番目に多い後志には、2つの拠点病院が存在するが、医療圏の北東端に位置するため、ここでは追加の拠点病院として「倶知安厚生病院」を候補の医療機関として設定した。以上の合計7病院を追加した合計68拠点病院とした場合の二次医療圏ごとのアクセス時間の平均値、60分以上のアクセス時間となる人口と人口割合、90分以上のアクセス時間となる人口と人口割合を表2に示した。平均60分以上は根室医療圏のみとなり、また、全体の平均は22.3分から17.4分へ、60分以上の人口も約59万人（10.8%）から約34万5千人（6.3%）へ、さらに90分以上の人口も約33万人（6.0%）から約10万5千人（1.9%）へ改善することになる。また、後志医療圏も60分以上のアクセス時間の人口が約7万4千人から約1万6千人に改善する。さらに、拠点病院増加前後のジニ係数は0.569から0.500と改善した。また各市町村のアクセス時間の平均を30分未満（N=68）、30～60分未満（N=57）、60～90分未満（N=37）、90～120分未満（N=12）、120分以上（N=1）にカテゴリー化して地図上に、本来の61拠点病院と追加した7の拠点病院の配置と共に示した（図2）。特に平均90分以上の自治体数は13と減少するが、道東の羅臼町のみ平均120分以上の自治体として残ることとなり、道北地域では拠点病院の存在する稚内市と名寄市の中間部分に平均90分以上の自治体が多く残ることになる。

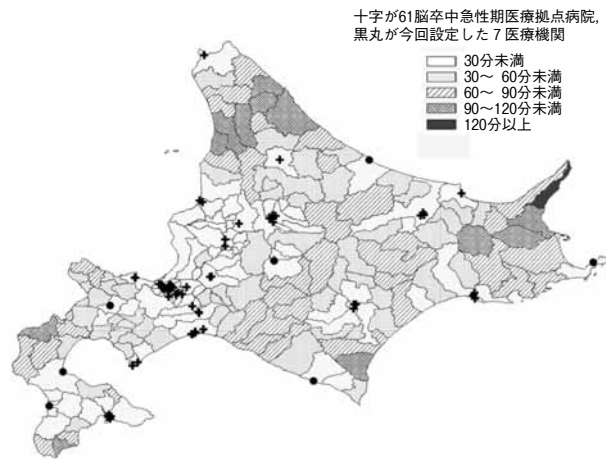
Ⅳ 考 察

本研究ではGISソフトウェアを用いて、町丁目別人口に1人以上の居住者が存在する地区ご

表2 7医療施設を追加し68施設とした場合の二次医療圏ごとのアクセス時間（拠点病院追加後）

	人口 (人)	平均 (分)	標準 偏差	60分以上		90分以上		拠点 病院 (カ所)	追加 拠点 病院
				N	%	N	%		
総数	5 494 012	17.4	20.3	344 689	6.3	104 940	1.9	61	7
根室	80 569	69.7	48.8	51 226	63.6	42 875	53.2	-	1
日高	75 321	51.9	27.4	39 117	51.9	4 056	5.4	-	1
遠紋	76 351	42.8	25.1	29 703	38.9	973	1.3	-	1
北渡島檜山	41 058	41.9	28.0	15 191	37.0	631	1.5	-	1
宗谷	62 065	40.6	46.0	17 856	28.8	14 795	23.8	1	1
留萌	55 143	36.3	34.3	18 928	34.3	4 301	7.8	2	2
上川北部	71 630	28.5	22.4	4 664	6.5	2 033	2.8	1	1
十勝	348 597	26.2	24.7	48 686	14.0	8 799	2.5	3	3
後志	232 935	22.6	20.1	15 932	6.8	2 675	1.1	2	1
釧路	247 320	22.2	26.2	36 046	14.6	10 080	4.1	3	3
南空知	181 886	21.6	14.5	5 083	2.8	-	-	2	2
西胆振	200 230	21.4	16.6	5 333	2.7	874	0.4	2	2
富良野	45 489	20.7	17.5	3 834	8.4	-	-	-	1
北網	233 634	20.5	20.0	12 301	5.3	1 617	0.7	5	5
南渡島	402 525	18.7	19.6	27 578	6.9	6 269	1.6	4	4
南檜山	23 249	17.6	11.4	369	1.6	-	-	-	1
東胆振	216 058	17.2	18.3	8 750	4.0	4 460	2.1	5	5
中空知	118 662	16.9	13.4	7	-	-	-	2	2
北空知	35 706	12.7	9.9	-	-	-	-	-	-
上川中部	403 246	11.8	9.4	1 474	0.4	502	0.1	7	7
札幌	2 342 338	9.4	5.5	2 611	0.1	-	-	22	22

図2 各市町村からの68医療機関へのアクセス（拠点病院追加後）



とに直近の脳卒中急性期医療拠点病院への自動車アクセス時間を推定することにより、より個人の状況に近いアクセス時間の平均値を二次医療圏ごとに示し、また、アクセス時間が60分以上の人口や90分以上の人口を示すことができた。さらに、平均アクセス時間の長い医療圏や、60分以上のアクセス時間となる人口が多い医療圏について注目し、拠点病院の追加によるアクセス時間改善の可能性を示した。

脳卒中急性期医療拠点病院へのアクセス時間については、先に述べたように60分以内のアクセス時間を一定の基準と考える論文があるが³⁾、広大な北海道では60分のアクセス時間に加えて90分も一つの基準として集計を行った。現状の61拠点病院では平均60分以上が7医療圏、うち90分以上が1医療圏となるが、今回の7医療圏を追加したと仮定する場合は平均60分以上が1医療圏のみとなる。また、人口についても60分以上が59万人(10.8%)から約34万5千人(6.3%)、うち90分以上が約33万人(6.0%)から約10万5千人(1.9%)へ改善することを具体的に示すことができた。

追加した7医療圏の選択については、医療圏内の二次救急を行っており、CT、MRIの設備がある医療圏内の総合病院で地域センター病院に指定されていることを基準として、救急機能と実績があり、医師を確保できれば実際の拠点病院化はそれほど難しくないと考える。一方、どこを新たな拠点病院として選ぶのかは他にも選択肢が存在し、例えば遠紋医療圏は「遠軽厚生病院」も選択の可能性があったが、特にオホーツク海側北部に医療機関が不足しているので、そのカバーをできる広域紋別病院を割り当てた。その他、図2で90分～120分未満の自治体が多くなった道北地区の稚内と名寄の中間部にも医療機関を割り当てられることが必要かと考えたが、比較的容易に拠点病院化できる今回の定義にあるような医療機関が見あたらなかった。

地図上の町丁字別にアクセス時間を検討したのは、先のImaiらの論文で60分以上の65歳以上人口割合を5県について示したのものがあるが、医療機関の配置の改善ではなく遠隔医療によるrt-PA治療を進めるべきとの論文になっている³⁾。桑原らの報告では、北海道内690の小児科、小児外科標ぼうの医療施設へのアクセスを検討している⁶⁾。平均時間が長い医療圏は最高でも南檜山の平均11.9分となっていることは示されているが、医療圏ごとの格差に主眼を置く論文となっているため、アクセス改善の具体的提案はなされていない。

一方、患者の郵便番号データから多発性硬化症患者の専門医療機関アクセス時間を検討した論文では、米国の3地域を例に専門医療機関追加によるアクセス時間の改善の可能性について示されている⁷⁾。蛇咬傷のハイリスク地域で医療機関アクセスに時間がかかる地域を示し、改善の必要性を述べている報告も認める⁸⁾。今後はこのような改善策について、具体的にアクセス時間の改善を数値化して検討する方向が必要になると考えられる。

ジニ係数は0から1の範囲となるが、係数の値が0に近いほど格差が少ない状態で、1に近いほど格差が大きい状態となる。本来は経済格差の指標として使われることが多いが、医師数などの医療資源の格差の指標にも使われている⁹⁾。先の北海道の小児科アクセスの格差論文では、北海道全体のジニ係数は0.463で、最も低い札幌医療圏では0.358、最も高い北渡島檜山医療圏では0.603と報告している⁶⁾。今回は、北海道全体の値のみの計算で0.569であったが、小児科はクリニックを含めて地方にも分布しているので、北海道全体としては脳卒中急性期医療拠点病院へのアクセス時間より格差が少なくなると考える。今後は、様々な疾患や地域のアクセス時間の検討から、アクセス時間にジニ係数を用いた場合の判断基準を考えていく必要があると考える。

今回の解析は北海道のみとなったが、道路情報ソフトウェアが比較的高額なことにより北海道版しか購入できなかったこと、また、著者等が実際の拠点医療機関の定義を確実に行うことができるのが北海道であることにより、限定した地域の検討となった。しかしながら、今回利用したGISソフトウェア等を用い、地域に合わせた拠点病院の定義を行えば、北海道以外の日本全国の都府県での検討が可能である。その際に、北海道の場合は海で隔てられるために考慮する必要がなかったが、他都府県と陸続きの場合は、都府県外へのアクセスの可能性について考慮が必要であると考えられる。

本研究は以下の点については、考慮出来ていない。まず、アクセス時間はあくまでソフトウ

エア上のものであり、個人の運転技術の相違や道路状況に影響を受ける。特に冬期などはより時間がかかることも考えられる。対象集団として脳梗塞に対しては65歳以上を対象集団と考えた先行研究もあるが³⁹⁾、今回は、心疾患や二次的な易血栓状態などにより、全年代に脳梗塞発症の可能性があることから、全人口について平均を計算した。また、先に述べたように本論文は北海道のみの検討である。その他、ドクターヘリも導入されているが、そのアクセス時間改善への効果は考慮していない。ドクターヘリについては夜間や悪天候時には使用が制限されることから、できれば自動車によるアクセスを可能にすることが望ましいと考える。また、離島についても、本アクセス時間の検討に含まれていない。

本研究では、GISソフトウェアを用いて、居住地を町丁字別に考えた詳細なアクセス時間の分布について評価し、特に二次医療圏ごとの格差を示した上で、北海道の現状を考えた脳卒中急性期医療拠点病院配置の例を示した。医療資源が限られる中であるが、特に個人の生命予後やADLを保ち、家族、社会の介護負担上も重要であると考えられる脳梗塞急性期治療について、二次医療圏や自治体ごとのアクセス時間の状況を詳細に検討し、地域の現状を考えて改善案を考えていく必要があると考える。

謝辞

本研究はJSPS科研費24090592の助成を受けたものです。

文 献

- 1) Lees KR, Bluhmki E, von Kummer R, et al. Time to treatment with intravenous alteplase and outcome in stroke: an updated pooled analysis of ECASS, ATLANTIS, NINDS, and EPITHET trials. *Lancet* 2010 ; 375(9727) : 1695-1703.
- 2) Miwa M, Kawaguchi H, Arima H, et al. The effect of the development of an emergency transfer system on the travel time to tertiary care centres in Japan. *Int J Health Geogr* 2006 ; 5 : 25.
- 3) Imai T, Sakurai K, Hagiwara Y, et al. Specific Needs for Telestroke Networks for Thrombolytic Therapy in Japan. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2014 ; 23(5) : 811-6.
- 4) 第9回医療計画の見直し等に関する検討会資料 (<http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000001xhqa.html>) 2014.9.1.
- 5) 北海道医療計画 [改訂版] (<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/hf/cis/iryokeikaku/00hokkaidouiryokeikaku.htm>) 2014.9.1. (ただし、平成26年6月23日現在の「脳卒中の急性期医療を担う医療機関一覧」を掲載)
- 6) 桑原智, 寺下貴, 石川智, 他. 北海道における小児の医療施設へのアクセスの不等性評価の試み. *北海道公衆衛生学雑誌* 2013 ; 26(2) : 75-79.
- 7) Culpepper WJ, 2nd, Cowper-Ripley D, Litt ER, et al. Using geographic information system tools to improve access to MS specialty care in Veterans Health Administration. *J Rehabil Res Dev* 2010 ; 47(6) : 583-591.
- 8) Hansson E, Sasa M, Mattisson K, et al. Using geographical information systems to identify populations in need of improved accessibility to antivenom treatment for snakebite envenoming in Costa Rica. *PLoS Negl Trop Dis* 2013 ; 7(1) : e2009.
- 9) Toyabe S. Trend in geographic distribution of physicians in Japan. *Int J Equity Health* 2009 ; 8 : 5.