

科学研究費助成事業 研究成果報告書



平成 30 年 6 月 28 日現在

機関番号：37401

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化）

研究期間：2015～2017

課題番号：15KK0142

研究課題名（和文）車椅子トータルサポートシステムの開発と有用性の検証（国際共同研究強化）

研究課題名（英文）Development and Validation of Total Support System for Wheelchair Users
(Fostering Joint International Research)

研究代表者

古賀 元也 (KOGA, Motoya)

崇城大学・工学部・助教

研究者番号：30635628

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 11,800,000円

渡航期間： 12ヶ月

研究成果の概要（和文）：コペンハーゲン中心市街地を対象に通りの通行幅や交通弱者の通行の妨げの要因となる路上設置物を調査し、これらが交通弱者のまちなか回遊にどのように影響を与えるか検証した。路上設置物は中心市街地全体にあり、移動できる設置物が1,247箇所、移動できない設置物が2,534箇所あった。特に最小幅2m以下の通りに着目すると中心市街地の西側から中央にかけて集中していた。シナリオ設定における経路探索では、最短経路に比べ段差のない経路は安全に移動ができるものの、大きく迂回しており交通弱者の身体に大きな負担を与えることになる。また移動できる路上設置物を撤去することで最短経路に近づくことがわかった。

研究成果の概要（英文）：We investigated the width of the pedestrian paths and the presence of obstacles that become the main cause of hindrance for mobility challenged people in the city center of Copenhagen, and verified how and to what extent affects their navigability. There are 1,247 movable and 2,534 unmovable street obstacles distributed all around the city center. Particularly, streets whose narrowest width is below 2m are located between the west and the central part of the city center. In a route finding simulation, the shortest route with no steps and movable obstacles, compared to the shortest path, forces mobility challenged people to detour causing them a burden. In addition, by removing movable street obstacles the resulting shortest path becomes similar to the original shortest route.

研究分野：都市計画・まちづくり

キーワード：車いす使用者 車いすナビゲーション・システム 福祉のまちづくり デンマーク コペンハーゲン中心市街地 住民参加のまちづくり まちなか回遊 身障者支援

1. 研究開始当初の背景

本研究の最終目標は、まちなかを訪れる健常者・障がい者が安全かつ安心してまちなか活動を楽しめる福祉のまちづくりを実現することである。その実現に向けて、本研究課題では熊本市中心市街地をケーススタディとして2つの機能を持つ身障者支援システムの開発に取り組んでいる。ひとつはバリアフリー整備案検討支援機能：まちなかのバリアフリー整備の効果を定量的にシミュレーションする機能（例：身障者トイレをどこに設置すると、どれだけ車いす使用者のトイレまでの時間、距離が短縮されるか、身体負担がどれだけ軽減されるか）。もうひとつは車いすナビゲーション機能：車いす使用者が現在いる場所から目的地までの最も体の負担が少ないルート（疲れないルート）を検索し、案内する機能。これらは開発が進み、実用化に向けた実証実験によって有用性を検証している（平成30年度に実用化を予定）。本国際共同研究では、福祉先進国であるデンマークを拠点に国際共同チームの結成とデンマークの福祉のまちづくりの先進事例や首都コペンハーゲンの中心市街地の交通弱者から見たまちなか回遊調査に取り組む。これらの研究成果を熊本市で進めている身障者が参加する福祉のまちづくり、身障者支援システムの開発にフィードバックする。

2. 研究の目的

テーマ1：A Survey on the Supporting Method for People with Disabilities in Denmark

デンマークでは、障がいを持つ人々を地域で支える取り組みが積極的に行われている。本テーマでは、これらの事例に対し、資料収集とヒアリング調査によって、自治体、支援団体、地域が連携の在り方、議論から計画立案、実行、検証までの一連のプロセスを明らかにする。

テーマ2：A Survey and Analysis on the Movement Convenience Focused on Mobility-Challenged People Around Copenhagen Downtown

デンマークの首都、コペンハーゲン市の中心市街地では、商業施設やレストラン、カフェやパブが立ち並び、平日、休日多くの地域住民が買い物や食事を楽しんでいる。また、まちなか付近には170年以上の歴史のある遊園地、チボリ公園（Tivoli）やニューハウン（Nyhavn）などの観光施設や緑豊かなエマステツ公園（Ørstedsparken）があり、涼しく快適な夏のシーズンにはヨーロッパや世界各地から多くの観光客が避暑地としてコペンハーゲンを訪れ、まちなかはより一層賑わいを見せる。一方、まちなかを訪れる人には、ストレスなくまちなかを自由に回遊できるだけでなく、お年寄り、ベビーカーを押す人、車いす使用者など通りによってはストレスを感じたり、通行が困難となったりす

る歩行弱者も多く見られる。例えば、狭い歩道上に設置された立て看板や駐輪された自転車は車いす使用者の通行を妨げ、段差のある歩道はベビーカーの通行を困難にさせる。コペンハーゲンのまちなかがより魅力的なものであるためには、交通弱者も含めたすべての人々がストレスを感じることなくまちなか回遊を楽しめることが望ましい。そこで本研究において、コペンハーゲンの中心市街地を対象とし、交通弱者の通行の妨げの要因となる歩道幅、段差、路上設置物等を調査し、彼らの視点によるまちなか回遊性を検証することを目的とする。

3. 研究の方法

テーマ1で取り組むヒアリング調査は、オーフス市、ラナス市、オーデンセ市、クーエ市、コペンハーゲン市の5自治体、障がい者支援に取り組むハンディキャップ協会、グッドアクセス、コムプロットの3団体と身障者のまちなか移動を研究する国立建築物研究所に対して実施した。ここではそのうち①ラナス市（Randers）が取り組む、障がい者のためのまちづくりや彼らの日常生活を支援する基本構想・計画「ハンディキャッププラン」について、②デンマークの障がい者団体（DH）が設立した「グッドアクセス（GodAdgang）」が取り組む施設のバリアフリー情報提供支援について報告する。

テーマ2の研究方法は以下の通りである。
①調査対象となるエリアと通りを選定する。
②障害物や段差などの調査項目を選定する。
③調査を実施し、通りごとにデータを収集、地理情報システム（以下、GIS）上に整理する、
④整理されたGISデータをもとに回遊性を検証する。

対象地は図1に示すデンマークの首都、コペンハーゲンの中心市街地、約90ha、471の通りである。中心市街地は、市庁舎前広場からコンゲンス・ニュートー（Kongens Nytorv）まで続くストロイエ（Strøget）と呼ばれる歩行者専用道路、まちなかにアクセスする主要な駅であり待ち合わせ場所としてもよく利用されるノアポート駅（Nørreport Station）からアマートウ広場（Amagertorv Square）に続く歩行者専用道路といった大通りが中心となり、大小様々な通りで構成されている。現地調査については、2017年7月14日から7月24日まで11日間、471の通りに対して実施した。調査項目については各通りの長さ、幅（歩道がない通りでは道路幅、歩道がある通りでは歩道幅の最も狭い箇所、路上設置物が通行ルートにある場合はそれを含めての最も幅の狭い箇所）、段差の位置（横断歩道、歩道上）を確認し、その高さを計測した。また歩道上の移動できる路上設置物（花壇、立て看板、椅子、テーブル、ごみ箱、ロードコーン、商品販売用ワゴン）、移動できない路上設置物（ベンチ、ごみ箱、ポラード、看板、郵便ポスト、送水口、公衆

電話、灰皿), その他(街路樹, 街灯, 信号, 標識, 地上用変圧器, 銅像, 緑石)を調査した。加えて自転車の数, 通りにある駐輪場の収容可能台数, 放置自転車の数を確認した。なお広場や公園は調査対象外とした。



図1 デンマーク・コペンハーゲンの位置

4. 研究成果

テーマ1:

(1) ハンディキャッププラン策定プロセス

デンマークは2007年に13の県である amt を再編して5つの地域 region と98の市 kommune で構成されている。ハンディキャッププランを策定したラナス市はユトランド半島北東部に位置し, 面積748 km², 人口9万8千人(2017年)でありデンマークで6番目に大きな都市である。本市は1100年代に設立され, 中世の主要市場として発展し, 15世紀の Sankt Morten's Kirke (教会) など歴史的建造物がある。本市は2013年から2016年にかけて, 多くの障がい者の意見を集め, まちなかのバリアフリー整備や彼らの生活を支援する戦略プランとして「ハンディキャッププラン」の作成に取り組んだ。本プランは4つの柱, ①障がいに応じた適切な職業と労働の割り当て, ②支援サービスと支援プログラムを立案する部門とユニットの組織, ③障がいの種類に応じたハンドブックの作成, ④基本構想として, ミッション, ビジョン, バリュー, プリンシパルの立案で成り立っている。ハンディキャッププランは図2に示すプロセスを経て策定された。まず①グループミーティング「キックオフ」を実施した。このミーティングでは誰でも参加することができ, 身障者, その家族関係者, 政治家, 身障者に関連する企業の役員などの参加があった。本ミーティングではハンディキャッププランの戦略である, 何を目標としているのか(ビジョン)や何をすべきなのか(ミッション)についての説明があり, そして議論を実施した。議論の内容はSWOT分析を用いて意見を出し合い, それをイラストにまとめビジュアル化するグループミーティング, そして障がい者にとってどのような生活が豊かなのか, 理想社会について議論するワークシ

ョップ「グッドライフ」を実施した。さらに日常の写真を撮り, それに対して具体的なメリット・デメリットを議論する「ライフピクチャー」を実施した。②「基本構想を考えるためのワークショップ」では何を指すのかなどハンディキャッププランの基本構想について議論した。そして最後の③「新しいサービスの提案」では住環境, 仕事環境, 教育の場, 友達や家族と過ごす時間, フリータイムの4つの分野において, 何が足りないのかを議論し, 新しいサービスの在り方について議論した。そして④グループミーティング「ハンディキャッププランの立案」で参加者の意見をまとめプランを立案した。議論では, 皆が集まることのできるアクティビティハウスをバリアフリー化する案や, 身障者がウェブを通じて自宅に居ながらヘルパーと相談できる環境づくりなどが挙げられた。今後, ハンディキャッププランに基づいたバリアフリー整備が計画されており, 現在, このプランを広める活動として, それぞれの障がいに対応した複数パターンの小冊子やビデオ, ポスターなどが作成されている。

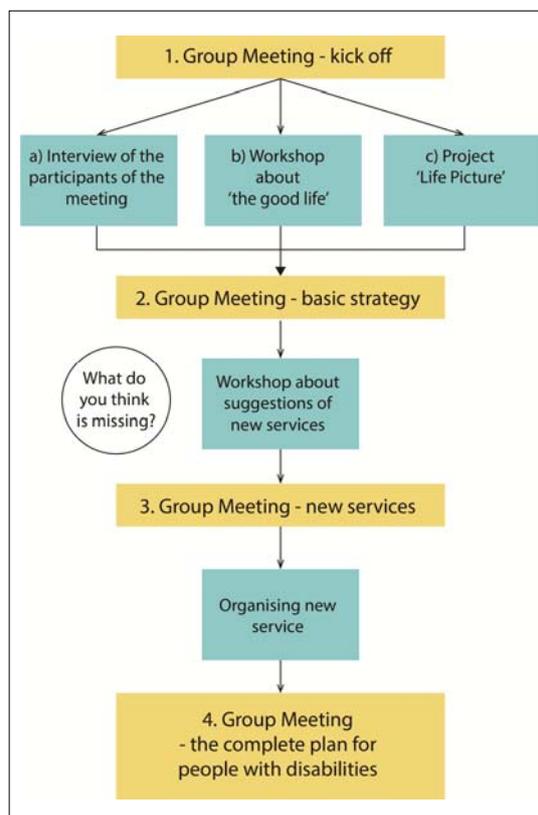


図2 ハンディキャッププラン策定のプロセス

(2) グッドアクセスによる情報提供支援

デンマークにはインターネットやアプリを活用した情報提供支援が行われており, 本稿ではハンディキャップオーガニゼーションハウスに所属する「グッドアクセス (GodAdgang)」について報告する。ハンディキャップオーガニゼーションハウス (Handicaporganisationernes Hus) はHøje-Taastrup市にあり, 2017年現在, 身障者を支援する33の団体が所属している。ま

た本施設内は建物全体においてバリアフリー整備や身障者の活動を支援する設備を実験的に取り扱っている。グッドアクセスはインターネットを通じて建物や駐車場などのバリアフリー情報を提供しており、約 1,500 件のデータベースがある。また言語はデンマーク語に加えて、英語、ドイツ語、スウェーデン語、アイスランド語に対応している。本団体の活動内容は I 収集したデータの公開と II コンサルタント業務である。公開される情報は施設の写真やその周辺の状況、身障者用の駐車場の広さ、駐車可能台数、駐車場から施設までの距離、多目的トイレなど詳細な情報が掲載されている。掲載情報は 8 つの障がい①車いす使用者、②四肢に何らかの問題がある人、③歩行困難者、④視覚障害者、⑤聴覚障害者、⑥喘息・アレルギー、⑦精神的な障がい、⑧読字困難、それぞれに対応可能かどうか表示される。コンサルタント業務では、対象となる施設のバリアフリー状況をチェックし、身障者が利用しやすいよう改善案を提案する。上記の 8 つの障がいのうちバリアフリーに対応できているものは、施設に設置するパネルにその障がいのアイコンシールが貼られる。今後の課題としては、ユーザーから意見を聞く機会がまだないため、今後は Web 上でユーザーの意見を収集できるようなシステムを目指す。

テーマ 2:

(1) 路上設置物が通行に与える影響

コペンハーゲンの中心市街地を対象に交通弱者の通行の妨げの要因となる歩道幅、段差、路上設置物等を調査した。図 3 に通りごとに調査した移動できる路上設置物と移動できない路上設置物の箇所を、図 4 に放置自転車の調査箇所と台数を示す。また、表 1 に通りの幅 2m 以下を対象に路上設置物等の多い通りを選定し、まとめた。図 3 に示すように路上設置物は中心市街地全体にあり、移動できる設置物が 1,247 箇所、移動できない設置物が 2,534 箇所あった。

歩行者専用道路で幅の広いストロイエ通りとクブマゲージェ (Købmagergade) 通りは、約 10~30m の幅が確保されており、路上設置物が交通弱者の通行に直接影響を与える可能性は低い。一方、表 1 に示すように車いす使用者などの交通弱者が他の人とすれ違ふことが難しいとされる歩道幅 2m 以下の通りでは ID6~10 など 20 箇所以上ある移動できない路上設置物が交通弱者の通行に与える影響は大きい。またコペンハーゲンでは多くの住民が自転車を利用しており、ほとんどの駐輪スペースは満車となっている。その結果、図 4 に示すようにほとんどの通り上で自転車が駐輪されており、特に ID11~15 などは通り上に約 40~90 台の自転車の駐輪が見られ、その結果、場所によっては交通弱者の通行が不可能となっていた。

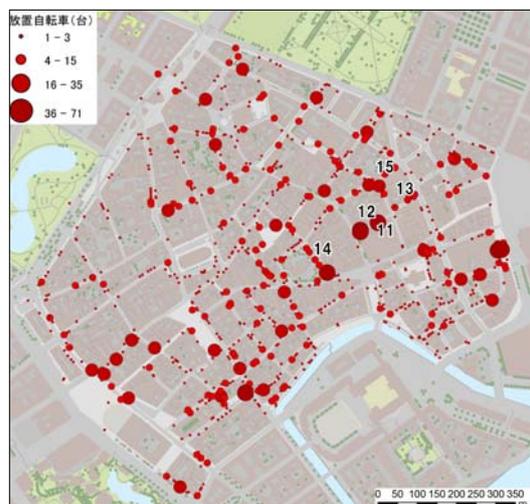


図 3 移動可・不可それぞれの路上設置物の箇所



図 4 放置自転車の調査箇所と台数

表 1 通りの幅 2m 以下を対象とした路上設置物等の多い通り

ID	歩道の長 (m)	歩道の最 小幅 (m)	移動できる 設置物	移動でき ない設置物	放置自転 車の数
1	122.97	1.80	14	15	3
2	118.55	1.20	14	13	41
3	63.95	1.75	5	13	1
4	116.44	1.65	19	10	14
5	88.92	1.70	10	10	19
6	186.55	1.60	26	0	0
7	137.57	1.80	26	2	20
8	155.3	2.0	25	0	8
9	78.92	1.62	24	0	1
10	149.86	1.30	23	0	0
11	107.839	1.40	4	1	91
12	104.555	1.35	5	7	68
13	74.502	1.75	3	5	46
14	118.553	1.20	14	13	41
15	79.298	1.80	13	1	39

(2) 路上設置物が歩道幅に与える影響

図 5 にすべての路上設置物を考慮した場合の通りの最小幅を (現状の各通り)、図 6 に移動できる路上設置物を考慮しない場合の通りの最小幅 (現状の各通りから移動できる路上設置物を除いた場合を想定)、図 7 にすべての路上設置物を考慮しない場合の通りの最小幅 (現状の各通りにすべての路上設置物がなくなった場合を想定) を示す。

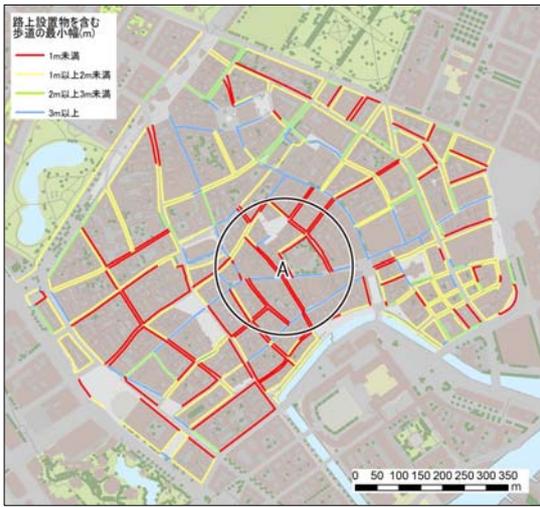


図5 すべての路上設置物を考慮した場合の通りの最小幅



図6 移動できる路上設置物を考慮しない場合の通りの最小幅



図7 すべての路上設置物を考慮しない場合の通りの最小幅

図5に示すように現状の通りの最小幅を見ると、車いすの通行が難しいとされる通行幅が1m未満の通りが116本と多く全体の約24%を占めている。またすれ違ふことが難しい2m未満で見た場合、全体の70%以上を占

めている。特にエリアAでは1m未満の通りが集中しておりこの辺りでまちなか回遊をすることが困難となっており、移動する際は大きく迂回しなければならない。次に図6に示す通りの最小幅は、移動できる路上設置物を考慮していない場合であり、これは看板やベンチなどを撤去することを想定しており、地域住民の協力によって予算をかけずに実施することができる。この場合、通り幅1m未満が60本(56本減)と約半数近くが減少しており、まちなかの回遊性向上に大きく貢献している。特にエリアBについては南北に延びる6本の通りで通行幅が広がっており、まちなかの回遊性が向上している。最後に図7に示す通りの最小幅はすべての路上設置物を考慮しない場合であり、これは予算をかけボラードや街路樹など移動ができない路上設置物を撤去することを想定している。この場合、最小幅1m未満の通りが13本とわずかに残っているものの多くの狭い通行幅が解消され、最小幅3m以上の通りが133本と現状の73本から半数近くも増えており、さらにその通りが連続していることからさらにまちなかの回遊性向上に大きく貢献できている。

(3) シナリオ設定におけるまちなか回遊の経路探索

調査対象のエリア内において、まちなか回遊のシナリオとして出発地と目的地を設定し、経路探索を実行した。探索した経路は、①最短経路(赤)、②段差のない通りのみを優先した経路(青)である。そして次に③路上設置物を考慮し最小幅1m以下の通りを除外した経路(紫)、④路上設置物のうち、移動可能な路上設置物(ゴミ箱やベンチなど)を撤去し、最小幅1m以下の通りを除外した経路(黄)、⑤すべての路上設置物を撤去し、最小幅1m以下の通りを除外した経路(緑)である。なお経路探索には、A*(A-star)アルゴリズムを使用した。シナリオを図8に示す。

シナリオは出発点を対象地の最も南側にし、目的地をノアポート(Nørreport)駅に設定した。最短経路については出発地からストムガーデ(Stormgade)通り(図内A地点)に進み左折してフレデリクスホルムスカナル(Frederiksholms Kanal)通りを直進する経路だった。一方段差のない経路はストムガーデ(Stormgade)(図内A地点)を避け、Vester Voldgade通りを直進し、右折してストロイエ(Strøget)通りを直進、アマートゥ(Amagertorv)広場の広場から左折してクブマゲーデ(Købmagergade)通りを直進する経路だった。このストロイエ通りとアマートゥ通りはコペンハーゲン中心市街地のメインとなる通りで、歩行者専用道路となっており、段差もなく、歩道幅が広いと路上設置物が通行の妨げになる心配はない。この段差のない経路は距離1,850mで、最短経路の距離1,191mに対し、659mと長い距離を通行しなければならない

らない。

路上設置物を考慮し最小幅 1m 以下の通りを除外した経路（紫）については、段差のない経路と同様にストムガーデ（Stormgade）通り（図内 A 地点）を避け、Frederiksholms Kanal 通りを直進する経路だった。これはストムガーデ（Stormgade）通りの通行幅が狭い上、路上設置物が多く、大きな段差もあることからこの通りを選択していない（路上設置物のうち、移動可能な路上設置物を撤去した場合も同様）。また、Nørregade 通り（図内 B 地点）は移動できる路上設置物を撤去した場合も通りの最小幅が 1m 以下であったためこの通りを避ける結果となった。この経路は距離 1,378m となり、移動できる設置物を撤去することで 98m、移動距離が短くなる結果となった。そしてすべての路上設置物を撤去した場合、最短経路で移動できることが分かった。このことから、移動可能な路上設置物を撤去することで交通弱者の移動のしやすさに効果があることが明らかとなった。



図8 シナリオ設定に基づく経路探索と AB 地点の通りの様子

5. 主な発表論文等

〔学会発表〕（計 7 件）

①網田隆晟, 古賀元也, Juan Miguel Valverde Martinez, 和泉信生, 松原誠仁, 永田章太郎: 路上設置物が交通弱者のまちなか回遊に与える影響～コペンハーゲン中心市街地におけるケーススタディ～, 日本建築学会大会（東北）, 2018. 9. 4-9. 6, 東北大学(宮城県仙台市)

②網田隆晟, 古賀元也, Juan Miguel Valverde Martinez, 和泉信生, 松原誠仁, 永田章太郎: コペンハーゲンにおける交通弱者に着目したまちなかの回遊性に関する調査と分析, 2018. 4. 7, 平成 30 年度（公社）日本都市計画学会九州支部学生ポスターセッション（福岡県, 福岡市）

③網田隆晟, 古賀元也, Juan Miguel Valverde Martinez, 和泉信生, 松原誠仁, 永田章太郎: コペンハーゲンにおける交通弱者に着目したまちなかの回遊性に関する調査と分析, 2018. 3. 4,

第 57 回日本建築学会九州支部研究報告(鹿児島県, 鹿児島市)

④ KOGA Motoya, HITSUTA Momo, MATSUBARA Shigehito, IZUMI Shinobu, MORISHITA Katsuhiko: A Survey on the Supporting Method for People with Disabilities in Denmark, 日本建築学会大会（広島）, 2017. 8. 31-9. 3, 広島工業大学「三宅の森 Nexus21」(広島県広島市)

⑤前川奈々, 和泉信生, 古賀元也, 森下功啓, 車いす使用者の最適移動経路のための写真を用いた Web アンケートシステムの開発, 日本建築学会大会（広島）, 2017. 8. 31-9. 3, 広島工業大学「三宅の森 Nexus21」(広島県広島市)

⑥ Motoya Koga, Shinobu Izumi, Katsuhiko Morishita, Shigehito Matsubara : Development of an Extended Model for a Disabled Person Support System in Welfare Towns, The 13th International Conference on Design and Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning, 2016. 6. 27-28, Eindhoven, Netherlands

⑦ Nana Maekawa, Shinobu Izumi, Motoya Koga, Katsuhiko Morishita, Shigehito Matsubara : A study on the city street survey questionnaire for wheelchair users' optimal routes, The 13th International Conference on Design and Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning, 2016. 6. 27-28, Eindhoven, Netherlands

〔その他〕

ホームページ等

<http://ws.arch.sojou.ac.jp/~koga/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

古賀 元也 (KOGA, Motoya)

崇城大学・工学部・助教

研究者番号 : 30635628

(2) 研究協力者

〔主たる渡航先の主たる海外共同研究者〕

Hans Skov-Petersen (Senior researcher)

Department of Geosciences and Natural

Resource Management,

University of Copenhagen

〔その他の研究協力者〕

ジャン・ミゲル・バルベルデ・マルチネス

(Juan Miguel Valverde Martínez)

和泉 信生 (IZUMI, Shinobu)

松原 誠仁 (MATSUBARA, Shigehito)

網田 隆晟 (ODA, Ryusei)

永田 幸太郎 (NAGATA, Kotaro)

永田 章太郎 (NAGATA, Shotaro)