

子育て共働き世帯の時空間制約を表現する 活動交通シミュレータの開発

有賀 敏典¹・藤垣 洋平²・青野 貞康³・大森 宣暁³

¹正会員 (独)国立環境研究所社会環境システム研究センター (〒350-8506 茨城県つくば市小野川16-2)

E-mail:ariga.toshinori@nies.go.jp

²学生員 東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻 (〒160-0004 東京都文京区本郷7-3-1)

E-mail:fujigaki@ut.t.u-tokyo.ac.jp

³正会員 東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻 (〒160-0004 東京都文京区本郷7-3-1)

E-mail:sada@ut.t.u-tokyo.ac.jp

E-mail:nobuaki@ut.t.u-tokyo.ac.jp

多様な働き方や保育所の立地・育児時間の改善などの子育て支援施策の評価には、個々の世帯のスケジュール制約を把握することが重要である。本研究では、既存の個人ベースの活動交通シミュレータを世帯ベースに拡張し、子育て共働き世帯の1日の時空間制約を表現できる活動交通シミュレータを開発した。シミュレータは、保育所に子供を預けて共働きをしている夫・妻・子で構成される世帯を対象にして、世帯員の1日の自宅を出発できる最も早い時刻・自宅に到着できる最も遅い時刻、勤務開始・終了時刻、保育所の育児開始・終了時刻および各地点間移動所要時間を入力すると、送迎担当パターン毎の実行可否を判定し、可能な場合にはスケジュール例を提示できる。さらに、1日の世帯スケジュールの実データを用いて、シミュレータの有効性の確認を行った。

Key Words : *families with small children, transportation to and from nursery, activity-travel simulator*

1. はじめに

近年我が国では少子化対策として、子育てしながら働き続けることのできる環境整備が急務になっている。特に、保育所の整備や柔軟な勤務形態の導入により、ワーク・ライフ・バランスの実現が重要であると指摘されている¹⁾。子供を保育所に預けて共働きをする核家族世帯が増加しており、このような世帯では子供の保育所への送迎と勤務が1日のスケジュールを決定する上で強い制約となっている。瀬川²⁾は、保育所の立地、保育時間の延長、フレックスタイム制度導入等の施策を実施した場合、保育所に子供を預けて働く女性への程度影響があるかについてGISを用いた空間情報分析により定量的に明らかにしている。しかし、女性のスケジュールにのみ着目しており、世帯のスケジュール制約は考慮していない点が課題であると思われる。世帯のスケジュール制約を考慮することで、夫が子供を保育所へ送りに行き、妻が子供を保育所に迎えに行くといった世帯としてのスケジュールの実行可能性が評価できる。また、普段子供の送迎を担当している世帯員の都合が悪い場合に配偶者に

送迎を頼めるかといったスケジュールの柔軟性を評価することもできる。このような世帯のスケジュール制約によって、子育て世帯の働きやすさは大きく変化すると考えられる。

世帯のスケジュール制約に関する分析としては、ゲーミング・シミュレーションを用いた研究が行われている。Jones³⁾は、Household Activity-Travel Simulator (HATS)というボード上で世帯の活動と交通行動の関係を理解できる枠組みを示した。Ohmori *et al*⁴⁾は、HATSの理論を応用して、世帯の時空間の制約をコンピューター上で再現するSimulation Model for Activity Planning (SMAP)を開発し、高齢者の送迎可能性について分析した。このような世帯の時空間制約を捉える手法は、子育て世帯の時空間制約にも応用できる。一方、近年発展した情報技術を利用して、Webを用いた汎用性の高い個人ベースの活動交通シミュレータも開発されている。Aono *et al*⁵⁾は、休日の買物活動の場所と交通手段の分析を行うため、休日私事活動調査システムを開発した。Ariga *et al*⁶⁾は勤務時間帯の変更が余暇時間に与える影響を分析するため、Activity Rescheduler with Interactive Generation of Alternative Travel Opportu-

nities (ARIGATO)を開発した。これらのシミュレータは世帯の制約を考慮しているものではないが、世帯制約を考慮した活動交通シミュレータにもこれらの技術を用いることが可能であり、より汎用性の高いシミュレータの構築が期待できる。

そこで本研究では、個人ベースの活動交通シミュレータであるActivity Rescheduler with Interactive Generation of Alternative Travel Opportunities (ARIGATO)を世帯ベースに拡張し、子育て共働き世帯の1日の時空間制約を表現できる活動交通シミュレータを開発することを目的とする。

2. 活動交通シミュレータの開発

(1) 概要

保育所に預ける子供をもち、共働きをしている、夫・妻・子で構成される世帯を対象にする。各世帯員の自宅出発・到着に関わる時刻、勤務開始・終了時刻および育児開始・終了時刻を入力したときに、保育所の送迎担当パターン別に実行可否および1日のスケジュール例を表示できるシミュレータを構築する。スケジュール例は、子育て世帯にとって重要な指標であると考えられる「家族と過ごす時間を最大化するスケジュール」と「子供同伴なしの活動時間を最大化するスケジュール」の2つを用意する。なお本研究では簡易的に、1日の自宅外で行う活動を、勤務と保育所への送迎に限定しているが、今後他の活動を考慮するように拡張することも可能である。

表-1 個人の時刻データ

	夫	妻	子
最早自宅出発時刻	t_M^H	t_M^W	t_M^C
職場到着時刻	t_S^H	t_S^W	-
職場出発時刻	t_E^H	t_E^W	-
最遅自宅到着時刻	t_N^H	t_N^W	t_N^C

表-2 保育所育児時間データ

開始時刻	通常保育終了時刻	延長保育終了時刻
τ_f	\hat{t}_u	τ_u

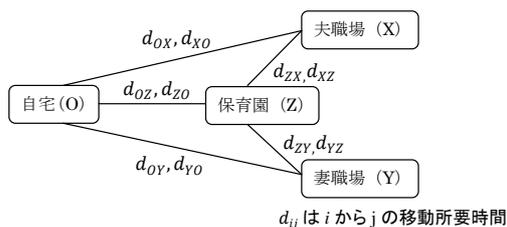


図-1 各地点間移動所要時間

(2) 入力データ

入力データは次のとおりであり、詳細を表-1、表-2、図-1に示す。

- ・夫と妻と子の自宅を出発できる最も早い時刻（最早自宅出発時刻）と自宅に到着できる最も遅い時刻（最遅自宅到着時刻）
- ・夫と妻の勤務開始時刻・終了時刻
- ・保育所の開始時刻・終了時刻
- ・各地点間移動所要時間

(3) 時空間制約と送迎実行可否の判定

(2)節の入力データをもとに、夫、妻の勤務前・勤務後の時空間プリズムを作成する。送迎担当者は本人および子の最早自宅出発時刻・最遅自宅到着時刻のうち厳しい方の条件とする。なお、このプリズムが作れない場合、送迎不可と判定され、夫・妻・子の最早自宅出発・最遅自宅到着時刻および夫・妻の勤務開始・終了時刻のうち、どの時刻を何時何分まで動かせば可能になるかを計算する。

図-2(a)(b)に子供の送迎担当が（朝、夕）＝（夫、夫）と（妻、妻）の場合を示す。（朝、夕）＝（夫、妻）と（妻、夫）も同様である。

(4) アルゴリズム①：家族と過ごす時間最大

本節では、(3)節で送迎可能と判定された送迎パターンについて、「家族と過ごす時間が最大」の場合のスケジュールの計算方法について説明する。家族と過ごす時間を最大にするスケジュールは複数存在する場合もあるが、ここでは自宅の滞在時間が最も長くなるスケジュールで代表させる。具体的には、朝の自宅出発時刻を最も遅くし、夕方の自宅到着時刻を最も早くすることである。送迎パターンが（朝、夕）＝（夫、夫）と（妻、妻）のときの時空間パスを図-3(a)(b)に、スケジュールを表-

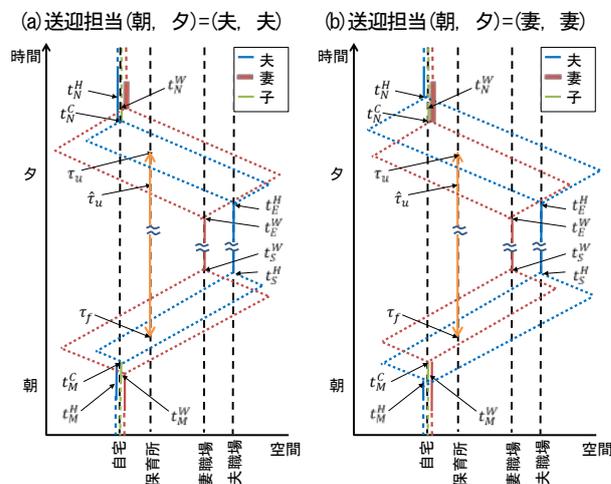


図-2 時空間プリズム

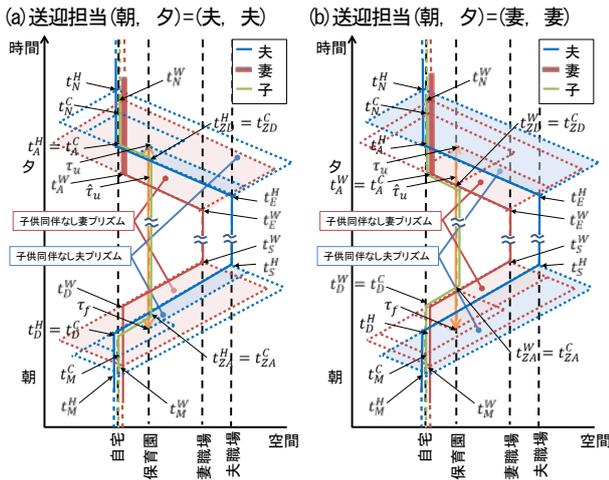


図-3 時空間パス (家族と過ごす時間が最大)

表-3 スケジュール (家族と過ごす時間が最大)

(a) 送迎担当 (朝, 夕) = (夫, 夫)

	夫	子	妻
自宅発	$t_b^H = t_{ZA}^H - d_{OZ}$	$t_b^C = t_b^H$	$t_b^W = t_s^W - d_{OY}$
保育所着	$t_{ZA}^H = t_s^H - d_{ZX} (\cong \tau_f)$	$t_{ZA}^C = t_{ZA}^H$	—
職場着	t_s^H	—	t_s^W
職場発	t_E^H	—	t_E^W
保育所発	$t_{ZD}^H = t_E^H + d_{ZX} (\cong \tau_u)$	$t_{ZD}^C = t_{ZD}^H$	—
自宅着	$t_A^H = t_{ZD}^H + d_{ZO}$	$t_A^C = t_A^H$	$t_A^W = t_E^W + d_{YO}$

(b) 送迎担当 (朝, 夕) = (妻, 妻)

	夫	子	妻
自宅発	$t_b^H = t_s^H - d_{OY}$	$t_b^C = t_b^W$	$t_b^W = t_{ZA}^W - d_{OZ}$
保育所着	—	$t_{ZA}^C = t_{ZA}^W$	$t_{ZA}^W = t_s^W - d_{ZY} (\cong \tau_f)$
職場着	t_s^H	—	t_s^W
職場発	t_E^H	—	t_E^W
保育所発	—	$t_{ZD}^C = t_{ZD}^W$	$t_{ZD}^W = t_E^W + d_{YZ} (\cong \tau_u)$
自宅着	$t_A^H = t_E^H + d_{YO}$	$t_A^C = t_A^W$	$t_A^W = t_{ZD}^W + d_{ZO}$

3(a)(b)に示す。なお、点線のプリズムは子供同伴の有無を問わない場合に夫または妻が動ける時空間の範囲を示し、青および赤の影がついているプリズムはそれぞれ夫および妻が子供同伴なしで動ける時空間の範囲を示している。延長保育の利用については、

$$\begin{cases} t_{ZD}^C > \hat{t}_u \text{ のとき} & \text{必要} \\ t_{ZD}^C \leq \hat{t}_u \text{ のとき} & \text{不要} \end{cases}$$

となる。(朝, 夕) = (夫, 妻) と (妻, 夫) も同様である。

(5) アルゴリズム②: 子供同伴なしの活動時間最大

本節では、(3)節で送迎可能と判定された送迎パターンについて、「子供同伴なし活動時間が最大」の場合のスケジュール例の計算方法について説明する。子供同伴なし活動時間を最大にするスケジュールは複数存在する

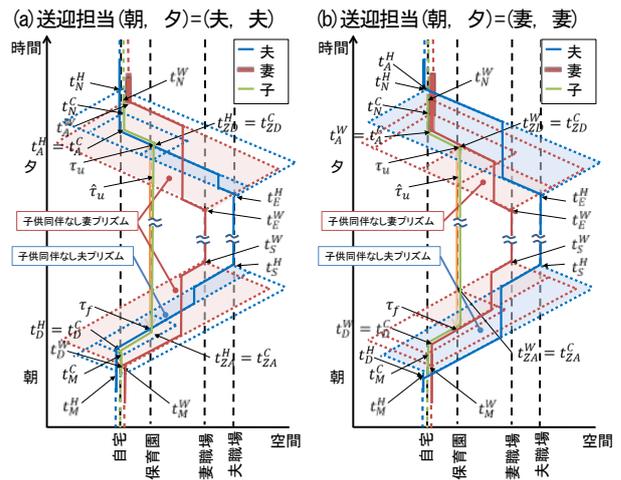


図-4 時空間パス (子供同伴なし活動時間が最大)

表-4 スケジュール (子供同伴なし活動時間が最大)

(a) 送迎担当 (朝, 夕) = (夫, 夫)

	夫	子	妻
自宅発	$t_b^H = \tau_f - d_{OZ}$	$t_b^C = t_b^H$	$t_b^W = t_M^W$
保育所着	$t_{ZA}^H = \tau_f$	$t_{ZA}^C = t_{ZA}^H$	—
同伴なし時間	$t_s^H - \tau_f - d_{ZX}$	—	$t_s^W - t_M^W - d_{OY}$
職場着	t_s^H	—	t_s^W
職場発	t_E^H	—	t_E^W
同伴なし時間	$\tau_u - t_E^H - d_{XZ}$	—	$t_N^W - t_E^W - d_{YO}$
保育所発	$t_{ZD}^H = \tau_u$	$t_{ZD}^C = t_{ZD}^H$	—
自宅着	$t_A^H = \tau_u + d_{ZO}$	$t_A^C = t_A^H$	$t_A^W = t_N^W$

(b) 送迎担当 (朝, 夕) = (妻, 妻)

	夫	子	妻
自宅発	$t_b^H = t_M^H$	$t_b^C = t_b^W$	$t_b^W = \tau_f - d_{OZ}$
保育所着	—	$t_{ZA}^C = t_{ZA}^W$	$t_{ZA}^W = \tau_f$
同伴なし時間	$t_s^H - t_M^H - d_{OX}$	—	$t_s^W - \tau_f - d_{ZY}$
職場着	t_s^H	—	t_s^W
職場発	t_E^H	—	t_E^W
同伴なし時間	$t_N^H - t_E^H - d_{XO}$	—	$\tau_u - t_E^W - d_{YZ}$
保育所発	—	$t_{ZD}^C = t_{ZD}^W$	$t_{ZD}^W = \tau_u$
自宅着	$t_A^H = t_N^H$	$t_A^C = t_A^W$	$t_A^W = \tau_u + d_{ZO}$

場合もあるが、ここでは、送迎ありの場合には保育所を最大限利用するスケジュール、送迎なしの場合には自宅滞在時間が最も少なくなるスケジュールで代表させる。具体的には、朝(夕)に送迎がある場合、保育所の育児開始(終了)時刻に保育所に到着して子を送る(迎える)、朝(夕)に送迎がない場合、最早出発時刻(最遅到着時刻)に出発(到着)する。図-4(a)(b)に、送迎パターンが(朝, 夕) = (夫, 夫) と (妻, 妻) のときの時空間パスを示す。(朝, 夕) = (夫, 妻) と (妻, 夫) も同様である。

(6) シミュレータ画面

開発したシミュレータの入出力画面を図-5に示す。

3. シミュレータの試行

(1) 試行に用いるデータ

シミュレータの有効性を調べるため、表-5 に示す橋本ら⁷⁾のインターネットアンケート調査の結果の一部を

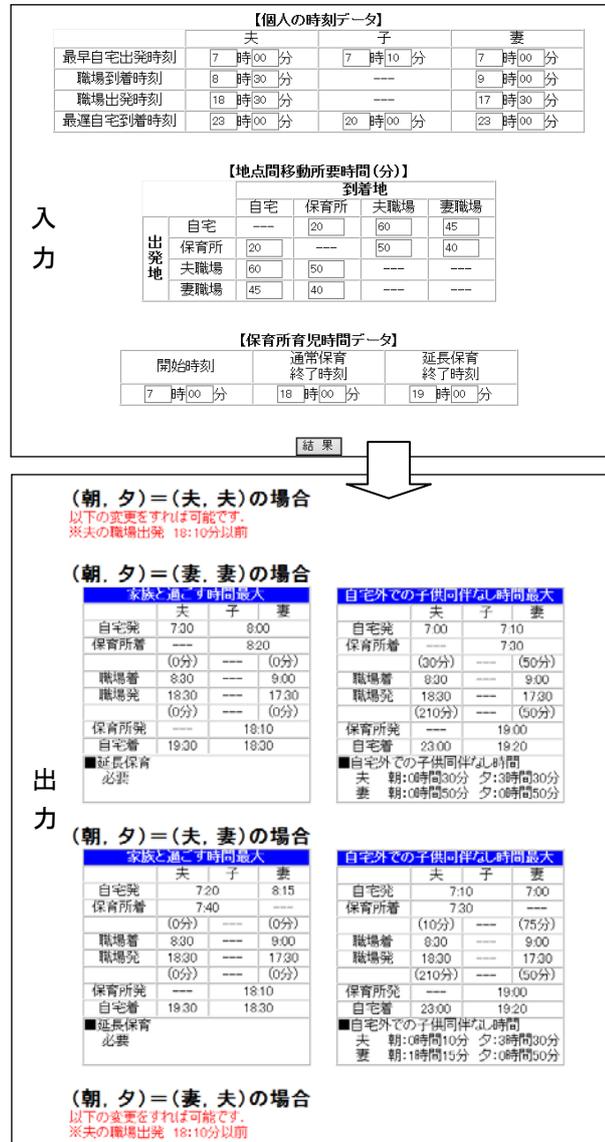


図-5 入力画面

用い、実際の共働き子育て世帯のスケジュールデータを開発した活動交通シミュレータに入力し、試行を行った全299の回答のうち任意の10サンプルを用いた。なお最早自宅出発時刻および最遅自宅到着時刻についてはデータがないため、今回はこの2つの制約はないものとした。また保育所の延長保育の有無や時刻についてもデータがないため、保育所の育児終了時刻と延長保育終了時刻を同一とした。

地点間所要時間については、アンケート調査で得られている自宅・保育所間の所要時間をそのまま利用した。その他の地点間所要時間に関しては、アンケート調査で得られている、自宅、保育所、夫の職場、妻の職場の最寄駅および最寄駅へ（まで）の所要時間と交通手段を用いて求めた。駅間の所要時間については、Yahoo!乗換案内を用いて標準的な時間を検索して採用した。なお今回対象とした10世帯すべてで、代表交通手段は、自宅・保育所間で徒歩または自転車、その他の地点間は鉄道であった。

また、勤務開始時刻に関しては、実際には余裕時間を見込んで職場に到着していたことから、勤務開始時刻を回答時刻の15分前に設定した。

表-6 にサンプルデータとして用いた世帯の入力情報および関連情報の概要を示す。

表-5 アンケート調査の概要（橋本ら⁷⁾ から抜粋）

対象	事業所内保育所ではない保育所を利用し、東京23区内に通勤しているワーキングマザー
調査項目	・個人属性 ・居住地選択理由 ・保育所への送迎・通勤の様子 ・子供と一緒に移動に対する意識 ・保育所に対する意識 ・保育所の立地場所別選好
調査方法	インターネットアンケート（楽天リサーチ社による）
調査日	平成22年1月30・31日
回収数	299（全員女性）

表-6 サンプルデータの概要（入力データ）

No	子供の年齢	夫の勤務状況				妻の勤務状況				地点間移動所要時間					保育所の状況		実際の送迎担当
		形態	勤務日	開始	終了	形態	勤務日	開始	終了	OZ	OX	OY	ZX	ZY	開始	終了	
1	2歳	定時	月火水木金	8:45	17:00	定時	月火水木金	9:25	15:25	10	45	51	40	46	8:30	17:00	妻
2	2歳、4歳	定時	月火水木金土	8:15	18:30	定時	月火水木金	9:15	17:00	3	45	21	45	21	8:30	19:00	妻
3	3歳	裁量	月火水木金	8:45	19:00	定時	月火水木金	8:30	17:45	15	20	26	29	25	8:00	18:30	夫、妻
4	4歳、9歳	定時	月火水木金	8:55	17:30	定時	月火水木金	8:25	17:00	5	67	68	60	61	7:00	20:00	妻
5	0歳	裁量	月火水木金	9:45	17:30	定時	月水金	8:45	16:00	5	75	48	71	44	8:00	19:00	夫、妻
6	4歳	定時	月火水木金	8:45	18:00	定時	月火水木金	8:45	17:00	10	53	59	43	49	7:00	19:30	夫、妻
7	3歳、9歳	定時	月火水木金	8:45	18:00	定時	月火水木金	8:45	17:45	8	38	41	35	38	7:00	20:00	夫、妻
8	4歳、10歳	定時	月火水木金	8:30	17:15	定時	月火水木金	8:30	17:30	10	32	30	32	30	7:00	20:00	夫、妻
9	1歳、4歳	定時	月火水木金	8:45	18:00	定時	火水木金土日	8:45	17:15	5	41	61	38	56	7:30	19:30	夫、妻
10	2歳	裁量	月水金土日	9:15	23:00	定時	月水金	9:45	17:00	5	54	49	49	44	7:00	20:00	妻
【備考】		定時:定時勤務 裁量:裁量労働制								O:自宅 X:夫職場 Y:妻職場 Z:保育所 逆方向の所要時間も同じ					入力データ		

(2) 現状での送迎可能性の分析

(1)節で述べたサンプルを用い、各世帯の夫、妻の保育所への送迎可能性を示したものを表-7に示す。No.4～9の世帯は、現状において、夫妻ともに保育所への送迎が可能であり、スケジュールの柔軟性が高いと考えられる。一方、No.1・2の世帯は夫が送迎担当になることができず、妻が保育所に送迎しないと、夫が仕事を休むもしくは夫婦の親世代等第三者の手伝いが必要になることがわかる。

また、出勤時刻や退勤時刻を変更した場合については、30分出勤や退勤時刻をずらすだけで、送迎が不可能になるケースも多いことがわかる。現状送迎ができてはいるものの、スケジュール制約が厳しいことが確認できる。例えば、No.3の世帯は、夫、妻ともに30分早く出勤することや30分遅く退勤するだけで、送迎が不可能になってしまい、スケジュール制約が厳しいと判断できる。

今後、より多くのサンプルのデータを用いることにより、子育て世帯の時空間制約の傾向や、保育所の育児時間の延長や勤務形態の変更などの施策の評価を行うことが望まれる。また今回開発したシミュレータに、GISや地図情報を組み込むことや、複数日の考慮などにより、より汎用性の高いシステムにすることも課題である。

参考文献

- 1) 内閣府：平成 25 年版少子化社会対策白書，勝美印刷，2013.
- 2) 瀬川祥子：就業と育児の両立を図る施設計画の検討，東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻修士論文，1996.
- 3) Jones, P. M. : Experience with Household Activity-Travel Simulator (HATS), Transportation Research Record 765, 7-12, 1980.
- 4) Ohmori, N., Y. Muromachi, N. Harata and K. Ohta : Simulation Model for Activity Planning (SMAP): GIS-based Gaming Simulation, Selected Proceedings from the 9th World Conference on Transport Research, CD-ROM, Pergamon, 2003.
- 5) Aono, S., N. Ohmori, N. Harata : Development of a Web-GIS based scheduling simulator on holiday non-work activities, Proceedings of 5th International Conference on Traffic & Transportation Studies, pp.959-967, 2006.
- 6) Ariga, T., S. Aono, N. Ohmori, N. Harata : Activity Management Using "Activity Rescheduler with Interactive Generation of Alternative Travel Opportunities", paper presented at the 13th International Conference on Travel Behaviour Research, Toronto, Canada, 2012.
- 7) 橋本まり，大森宣暁，高見淳史，原田昇：保育所送迎の実態と事業所内保育所のあり方に関する研究，土木計画学研究・講演集 41，CD-ROM，2010.

(2013.8.2 受付)

4. 結論と今後の課題

本研究では、保育所を利用する子育て共働き世帯を対象として、1日の時空間制約を表現する活動交通シミュレータを開発した。さらに、実際の子育て世帯のスケジュールに関するサンプルデータを用いて、シミュレータを試行した。その結果、シミュレータを用いることで、個々の世帯の時空間制約を把握することが可能であることがわかり、シミュレータの有効性を確認できた。

今後の課題としては、活動交通シミュレータに、交通手段や位置情報等の考慮、複数日の考慮等が挙げられる。さらに、改良したシミュレータを用いて、多様な勤務形態や保育所の場所や育児時間の変更などの各種施策導入時の世帯への影響を評価することが挙げられる。

表-7 シミュレータを利用した分析（出力データ）

No	現状				30分早く出勤		30分遅く退勤		1時間遅く退勤	
	朝		夕		朝		夕		夕	
	夫	妻	夫	妻	夫	妻	夫	妻	夫	妻
1	×	○	×	○	×	×	×	○	×	×
2	×	○	×	○	×	×	×	○	×	○
3	○	○	×	○	×	×	×	×	×	×
4	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○
5	○	○	○	○	○	×	×	○	×	○
6	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○
7	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
8	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
9	○	○	○	○	○	×	○	○	×	○
10	○	○	×	○	○	○	×	○	×	○

(注) ○は送迎可能，×は送迎不可能を示す。