

SCGE モデルを用いた完全自動運転実現時のドライバー人件費削減による経済効果の計測

豊橋技術科学大学 学生会員 ○大勝 友貴

豊橋技術科学大学 正会員 杉木 直

豊橋技術科学大学 正会員 松尾 幸二郎

1. はじめに

我が国の物流業界は、人口減少や高齢化、過酷な労働環境により、深刻なドライバー不足が発生している。そのため、人材確保を目的に賃金水準が上がり、物流費用に占める人件費比率の上昇が課題である。完全自動運転（L5）が実現された社会においては、上記の課題の解決が期待されている。同時に、物流費用の削減は、地域経済の活性化につながり、定住促進効果等のストック効果の形成をもたらすものと想定される。しかし、自動運転導入の経済性評価手法に関する研究は十分な蓄積がなされていない。

本研究では、文ら¹⁾によって東北地域を対象に開発され、内田ら²⁾によって北海道を対象に拡張、修正して構築された SCGE モデルを改良することで、自動運転導入時の帰着便益を計測する。対象は、高齢化の進行が顕著で、ドライバー不足による影響が深刻な北海道を対象とする。

2. SCGE モデル（多地域一般均衡モデル）

SCGE モデルの定式は、既往研究²⁾をベースにするが、地域間の財の移動コスト関数において人件費を明示的に考慮し、自動運転の導入による物流費用の低減を計測可能とする改良を行った。以下に要点をまとめる。

- ・企業は生産を行い、世帯は財を消費するほど効用が高まり、効用が最大化するように行動する
- ・世帯は各地域の効用によって居住地を変更し、人口移動型モデルによる定住効果の測定を行う
- ・地域間の財の輸送には、その財を消費する
- ・人件費に関する定式は、以下のように定義する。L5の計測を行う際には、人件費の項を除く

$$p_j^m = \sum_{i \in I} s_{ij}^m \cdot q_i^m \cdot (1 + \tau_{ij}^m \cdot t_{ij}^a + \rho^m (t_{ij}^a + t_{ij}^b))$$

p_j^m : CIF価格, s_{ij}^m : 交易確率, q_i^m : FOB価格, τ_{ij}^m : 輸送費
 ρ^m : 人件費, t_{ij}^a : 輸送時間, t_{ij}^b : 休息時間

- ・均衡条件は、労働市場、資本市場、財市場(需要), 財市場(供給), CIF 価格によって決まる

3. 北海道への適用

(1) ゾーン設定

北海道を 20 ブロックの地方生活圏に分割して、分析する。道外については、国外、東北、関東、関東以西の 4 方面に集約し、空港と港が存在する札幌、函館、苫小牧、小樽・倶知安を、それぞれの移輸出ノードとする。

(2) 産業部門の設定

産業部門は、14 部門（農業、林業、水産業、食料品製造業、非金属製造業、金属製造業、鉱業、建設業、卸売・小売業、金融・保険・不動産業、運輸・通信業、電気・ガス・水道業、サービス業、公務）とし、製造業は、食料品、金属、非金属製造業の 3 部門に集約を行った。

(3) 分析用データベース

モデルに必要なデータは、人口、宅地面積、就業者数、賃金率、生産額、移輸出額、地域間移動時間等である。作成には、H23 北海道産業連関表、H22 国勢調査、H21 経済センサス等の値を用い、地域間輸送時間は、地理情報システムの最短経路探索を用いて、道路ネットワークにおける地域間移動時間を算出した。

(4) 分析条件

自動運転技術は、自動化する内容と種類に応じてレベルが分けられるため、国土交通省による自動運転のレベル定義³⁾を用いる。システムが関与せずドライバーが操舵する場合をレベル 0 (L0)、システムがすべての運転タスクを実施する無人走行をレベル 5 (L5) とする。ドライバー業務には、運転だけでなく荷役作業も含まれるため、荷役作業は荷主、輸送先が行うものと仮定する。

計測では、北海道において、物流トラックが L0 (現況) の場合と、L5 によって人件費を除いた場合の 2 ケースを比較する。本研究では、人件費削減に重点をおいているため、人件費に影響を与える法整備や、賃金の実態を整理した。以下に要点を示す。

- ・人件費比率は、全日本トラック協会が作成した「一般貨物運送事業損益明細表」⁴⁾から、営業費用に対

する人件費比率 (36.0%) を使用する

- ・労働制限は、厚生労働省の「トラック運転者の労働時間等の改善基準のポイント」⁵⁾において、連続運転時間が制限されているため、輸送時間が 4 時間を超える毎に、30 分の時間延長 (休息等) を行う

4. 分析結果

L0 と L5 の 2 ケースにおける北海道の人口、賃金率、効用を表 1 に示し、便益の地域間の差を図 1 に示す。L5 の導入により、地域の効用は上昇している。物流コストを下げることは、消費者価格の低下につながり、世帯が消費できる量を増やすため、効用が高くなったと考えられる。しかし、根室のみ効用が低下している。原因としては、生産量が大きく低下していることが予想される。生産量は、他地域からの需要に影響されるため、根室への需要が、物流効率の向上により、根室以外の地域に流れたことが考えられる。多くの地域の効用が上昇する中、函館が最も成長している。賃金率は多地域で低下しているが、効用が上昇していることから、価格の低下によって、財の消費量は増加していることが分かる。人口は、地域の効用に応じて変化するため、効用が高い函館や札幌に大きく移動している。総便益の地域間の差に着目すると、移輸出ノードが存在する札幌や函館が最も高いが、1 人あたりの便益では、函館や稚内、静内が高いため、移輸出ノードに便益が偏らないことがわかる。

5. おわりに

本研究では、北海道を対象に SCGE モデルを構築し、L5 の導入によって削減される人件費が与える経済効果を計測した。

分析結果から、L5 の導入は、地域へ効用をもたらすが、すべての地域に効用を与えるわけではないことが分かる。今回の根室のように不利益になる可能性があり、地域間公平性の観点から、L5 の導入には、地域への帰着便益を比較する必要がある。しかし、L5 による効果は、経済面だけでなく、ドライバー不足への対応、交通事故の削減、交通渋滞の解消など、様々な恩恵が期待される。導入効果の計測については、様々な側面からの研究と、総合的な評価を行ってゆくことが必要だと考えられる。

今後は、輸送品目別に变化する人件費比率、L5 による時間信頼性の向上について拡張する予定である。

人件費比率は、輸送品目ごとに収益を分析し、時間信頼性は、地域間移動時間を更新することで表現する。

謝 辞

本研究は国土交通省新道路会議「道路政策の質の向上に資する技術研究開発」の助成を受け実施しました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 文世一：東北建設協会 建設事業の技術開発に関する助成，研究成果報告書，1997.
- 2) Kenetsu UCHIDA, Nao SUGIKI : Evaluation of Toll Free Expressway Policy in Japan by Using a General Equilibrium Model, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.9, pp.114-125, 2011.
- 3) 国土交通省：官民 ITS 構想・ロードマップ 2018, 2018.
- 4) 公益社団法人全日本トラック協会：経営分析報告書—平成 23 年度決算版—，2013.
- 5) 厚生労働省：自動車運転者の労働時間等の改善のための基準，2017.

表 1 分析結果

地域コード	生活圏	人口(人)		賃金率(百万円/年)		効用	
		L0	L5	L0	L5	L0	L5
1	札幌	2,028,404	2,030,252	2.1785	2.1799	-0.4316	-0.4247
2	函館	433,829	440,075	1.7658	1.7564	-0.4755	-0.4617
3	江差	48,753	48,996	1.3776	1.3660	-0.4392	-0.4287
4	小樽・俱知安	261,808	263,203	2.0478	2.0424	-0.4125	-0.4032
5	岩見沢	203,814	203,222	1.4359	1.4288	-0.4452	-0.4403
6	滝川	139,138	138,263	1.3398	1.3359	-0.4197	-0.4169
7	深川	47,310	47,098	1.1962	1.1867	-0.4120	-0.4090
8	旭川	415,991	413,481	1.4722	1.4591	-0.4450	-0.4417
9	名士	87,305	87,309	1.2301	1.2206	-0.4194	-0.4129
10	富良野	57,095	56,878	1.1857	1.1745	-0.4362	-0.4324
11	留萌	55,007	55,297	1.1694	1.1657	-0.4399	-0.4295
12	稚内	74,791	75,431	1.3185	1.3137	-0.4718	-0.4598
13	北網	253,683	252,455	1.3286	1.3205	-0.4575	-0.4537
14	紋別	92,513	92,177	1.3248	1.3059	-0.4235	-0.4193
15	室蘭	222,312	220,959	1.4341	1.4483	-0.4399	-0.4368
16	苫小牧	248,019	247,130	2.5842	2.5052	-0.3882	-0.3837
17	静内	90,438	90,935	1.2723	1.2831	-0.4529	-0.4430
18	帯広	364,303	364,231	1.3143	1.3547	-0.4314	-0.4251
19	釧路	265,768	264,160	1.2990	1.2996	-0.4642	-0.4610
20	根室	96,436	95,164	1.2397	1.2276	-0.4770	-0.4785

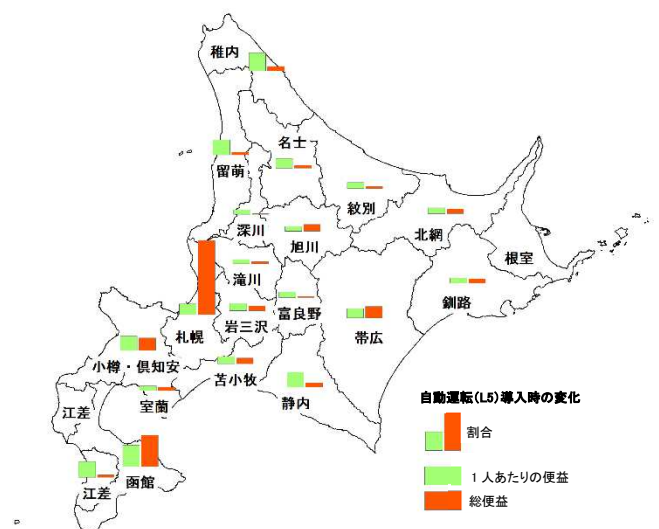


図 1 便益計測結果