

新技術開発探訪

# ロータリ除雪車対応型 アタッチメント式路面清掃装置

## 1. はじめに

道路の維持管理費は、近年の公共事業費の削減により、一層の経費縮減が求められている。そこで、道路の維持管理費のうち機械経費の縮減を図ることを目的に、積雪寒冷地には必要不可欠なロータリ除雪車を通年活用して非降雪期には路面清掃車の機能を兼用させる「アタッチメント式路面清掃装置」を開発した（図－1）<sup>1)</sup>。

本装置は、非降雪期に使用する維持機械（路面清掃車、草刈車など）と降雪期に使用する除雪機械（除雪トラック、ロータリ除雪車など）がおの

おの半年程度しか稼働していないことに着目し、既存の機械を有効活用できるようにしたもので、平成24年度に国土交通省北海道開発局で1台初導入され、平成25年度にはさらに1台導入された。

本稿では、本装置の概要および導入効果などについて紹介する。

## 2. 路面清掃車の分類と特徴

路面清掃車は、ブラシ式と真空式に分類される。作業条件と適用性を表－1<sup>2)</sup>に示す。

ブラシ式は、清掃回収した塵埃を清掃現場でダンプトラックに積み替えて、ダンプトラックが塵



図－1 路面清掃車とロータリ除雪車の兼用化のスキーム図

表—1 路面清掃車の作業条件と適用性

走行装置による分類	3 輪式		4 輪式	
塵埃回収方式による分類	ブラシ式			真空式
塵埃排出方式による分類	フロントリフトダンプ式	フロントリフトダンプ式	リヤリフトダンプ式	リヤダンプ式
(作業条件)				
屈曲の多い狭い道路で使用する場合	○	△	△	△
回送距離が長い場合	△	○	○	○
土砂の堆積が多い場合	○	○	○	△
塵埃が大きく、多量に堆積している場合	○	○	○	△
塵埃の比重が軽く、堆積量が少ない場合	△	△	△	○
柵清掃作業を兼用したい場合	×	×	△	○
騒音を特に避けたい場合	○	○	○	△
塵埃を作業路上で積替えたい場合	○	○	○	×
塵埃を直接処分場へ持込む場合	×	×	△	○
(道路構造)				
路面の不陸が多い場合	△	△	△	○

注) ○：良 △：普通 ×：適さない

埃を処分場まで運搬する。そのため、ダンプトラックを拘束する必要があるが路面清掃車は清掃作業を継続して行える。一方、真空式は、清掃回収した塵埃を自車が処分場まで運搬するため、清掃作業が中断される。

工事費は、塵埃を処分場まで運搬する距離が近いほど真空式が安価になり、処分場までの距離が遠いほど、また、塵埃量が多く運搬回数が多くなるほどブラシ式が安価になる傾向がある。

近年は清掃回数の減少から、塵埃量が多くなっており、ブラシ式の適用性が良い現場が拡大傾向にあると思われる。

路面清掃車には、4輪ブラシ式および真空式のトラック車両ならびに、3輪ブラシ式および4輪操舵ブラシ式の特殊車両の規格があり、トラック車両は大型運転免許、特殊車両は大型特殊運転免許と必要な運転資格が異なる。

### 3. アタッチメント式路面清掃装置

#### (1) 機械の概要

本装置の清掃幅やホoppa容量などの主要な性能は、ブラシ式路面清掃車（以下「清掃専用車」という）と同程度に、装着対象となるロータリ除雪車の規格は、国や自治体などで最も多く保有されている2.2m級として設計した。

本装置の導入により、現行のロータリ除雪車と

清掃専用車の2台の運用から、ロータリ除雪車1台と本装置1台での運用が可能となる。平成25年度に導入された本装置の購入費は、清掃専用車に比べ、約50%である。

ロータリ除雪車と本装置の外観（図—2、写真—1）および主要諸元を以下に示す。

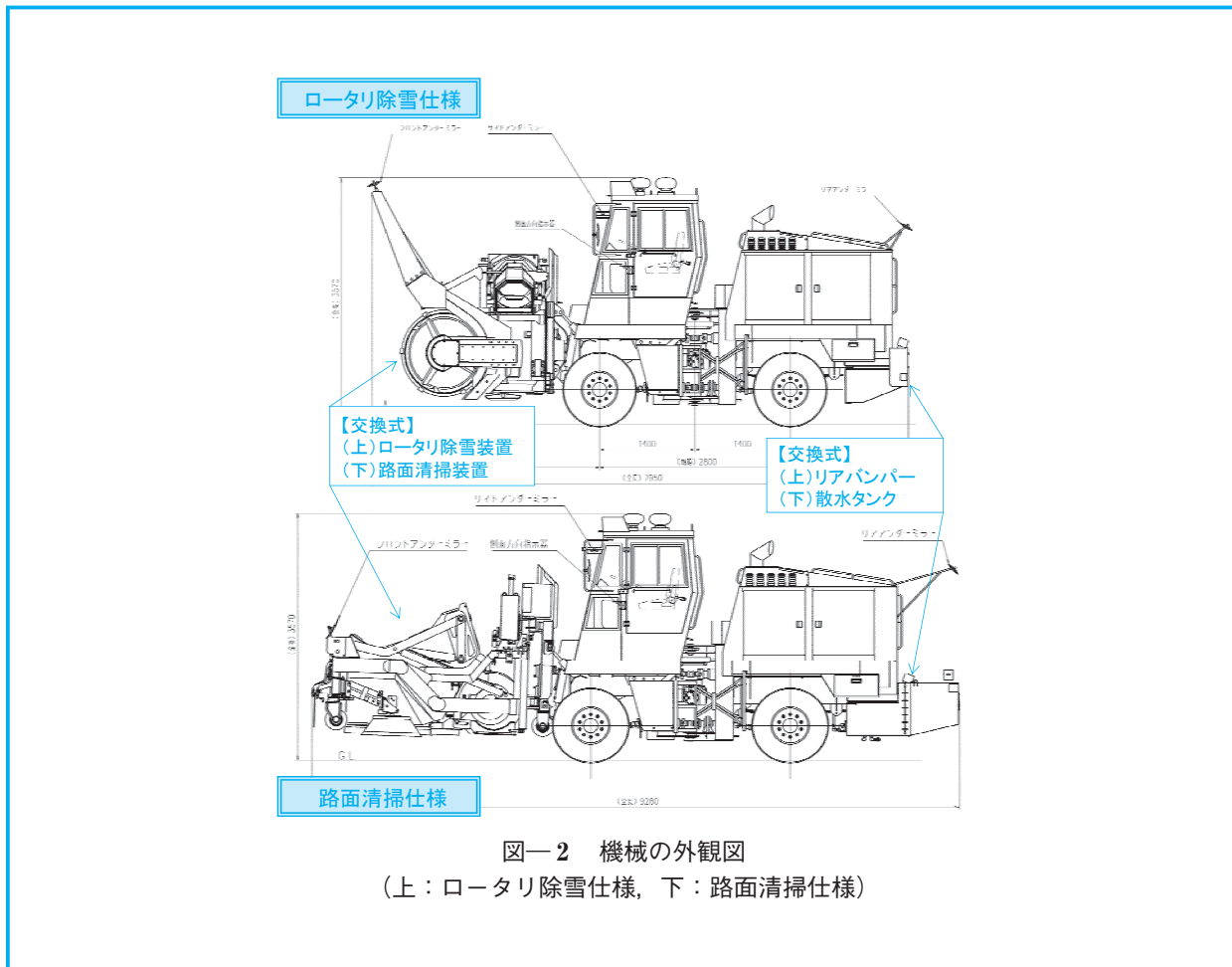
#### 【主要諸元】

- ・車両（ロータリ除雪仕様/路面清掃仕様）
 

全長	8,120mm/9,430mm
全幅（回送時）	2,200mm/2,600mm
全幅（作業時最大）	2,200mm/3,000mm
全高	3,570mm/3,570mm
- ・ロータリ除雪仕様
  - ツーステージ 2.2m級
- ・路面清掃仕様
  - ブラシ式，フロントリフトダンプ式，
  - 両ガッタ，散水機能付

最大清掃幅	3,000mm
ホoppa実収容量	1.0m <sup>3</sup>
散水タンク容量	900ℓ
最大積載量	2,400kg

ロータリ除雪仕様と路面清掃仕様の切り替えは、車両前部の作業装置および車両後部のリアバンパー（ロータリ除雪仕様）と散水タンク（路面清掃仕様）を交換することで完了し、作業は2人で2時間程度要する。全長は、ロータリ除雪仕様



図一 2 機械の外観図  
(上：ロータリ除雪仕様，下：路面清掃仕様)



写真一 1 路面清掃仕様の外観

が約 8 m に対し、路面清掃仕様は約 9 m となり、1 m 長くなる。しかし、運転席からの前方視界は、ロータリ除雪装置より本装置の高さが低いため、路面清掃仕様の方が優れている。

本装置を装着するロータリ除雪車は、車両本体の中心に走行旋回軸を要している。これに車両本体と本装置の間の作業旋回軸を加えることで半径 4 m 程度の道路構造（路面の縁石）にも追従が可能である。

清掃は、塵埃を側ブラシ（ガッタブラシ）でほぐしながら、主ブラシ（メインブラシ）に掃き寄せ、主ブラシで掻き上げてホッパに収納するという流れで行われる。収納した塵埃は、ホッパをダンプアップし、現場でダンプトラックに積み替えることで、清掃作業は継続して行える。また、清掃中は、ブラシの回転により砂埃が舞ってしまうため、散水車や本装置の散水機能により路面や塵埃を湿らせることで砂埃を抑制できる。

運転資格は、車両本体がロータリ除雪車になるため、大型特殊運転免許が必要になる。

なお、現行のロータリ除雪車には、エアコンが装備されていない機種もあるが、オプションで後付け対応が可能である。

## (2) 導入事例

本装置は、平成 24 年度に国土交通省北海道開発局札幌開発建設部滝川道路事務所にて初めて 1 台導

入され、平成25年度には同局旭川開発建設部旭川道路事務所にさらに1台導入された。平成24年度に導入された本装置について追跡調査を行ったので紹介する。

本装置の導入工区は、一般国道12号、275号および451号の3路線で維持管理延長が59.4kmである。一般国道12号は、砂川市および滝川市を通り、人口集中地域（DID）を含む市街地が多く、一部を除き4車線道路で交通量が多い。一般国道275号は、浦臼町および新十津川町を通り、主に郊外部の2車線道路が多いものの市街地を含んでおり、交通量が多い。一般国道451号は、滝川市内において一般国道12号と275号を接続する役割を担っている。この工区では、平成24年度まで4輪ブラシ式路面清掃車を使用していた。

路面清掃の管理基準は、平成22年度からの見直しにより、DID区域内の清掃が年間6回、その他の区域の清掃が年間1回が目安となった。導入工区の清掃は、平成23年度から維持管理費の縮減を図るため、全区間において年間1回とし、春先の雪解け後の4月中旬から開始し、5月中旬までの完了をめどに実施している。

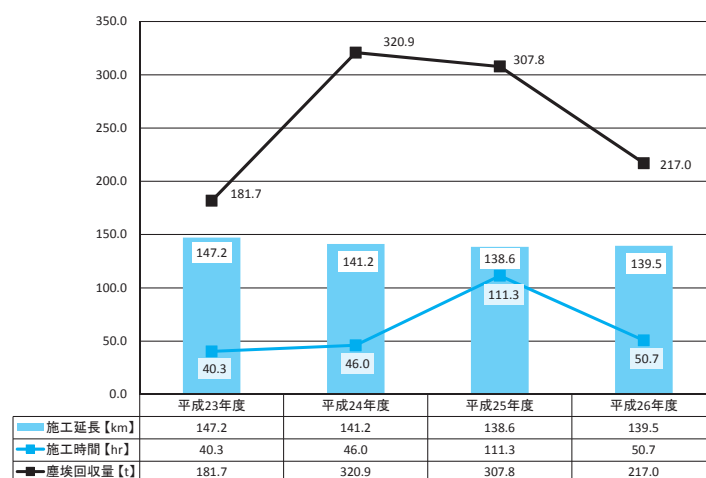
導入効果は、平成23年度～平成26年度までの4カ年分の施工実績（図—3）から検証した。なお、平成23年度～平成24年度は清掃専用車、平成

25年度～平成26年度は本装置で路面清掃工を行った。

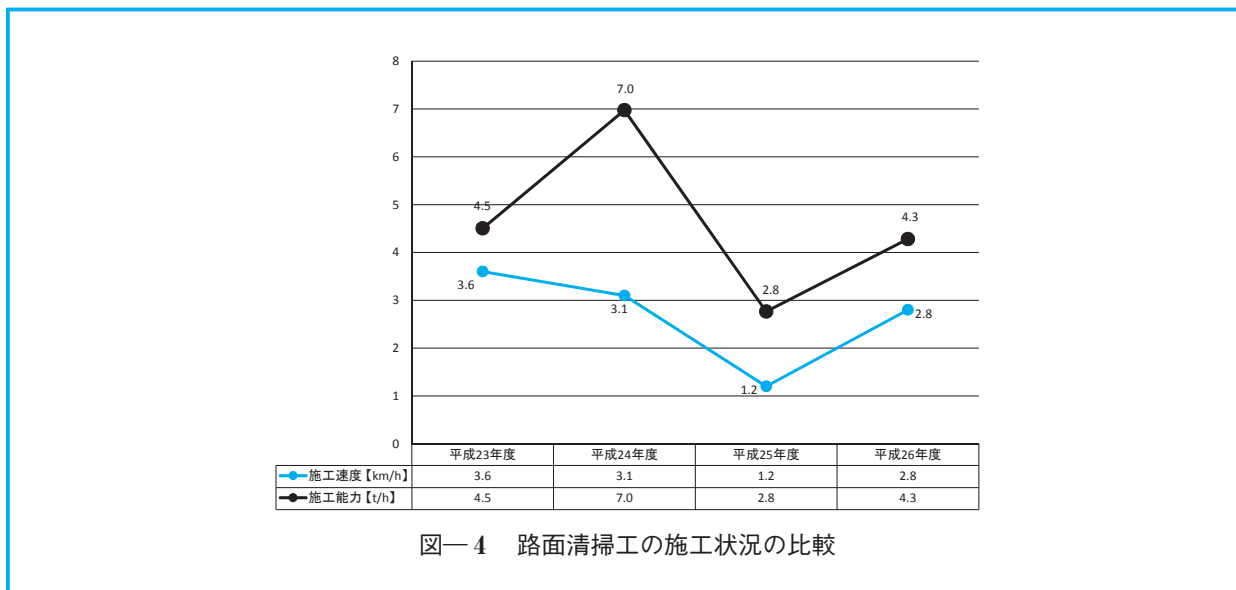
路面清掃工は、4カ年度とも平年並みの約140km（管理路線のL側、R側および中央分離帯）の施工延長であるが、その年によって、塵埃の種類や状態、量が異なるため、施工時間が異なる。施工速度は、塵埃が大きく、多量で、比重が重く、さらには締め固まった状態になるほど低下する。

本装置で初めて施工した平成25年度は、ポットホールといわれる北海道特有の融雪期に発生する道路の舗装表面が損傷して剥離する状況が多く見られ、剥がれた舗装材が塵埃と混合して路面に締め固まっていた区間があった。この現場条件に加え、本装置の導入初年度で、操作に不慣れであったことから平年に比べ、施工速度が低下し、施工時間が長くなったと推察される。なお、施工2期目となる平成26年度の現場条件は、平年並みであった。

各年度における平均の施工速度 [km/h] および施工能力 [t/h] を比較した（図—4）。その結果、平成25年度は、上述した現場条件および本装置の不慣れにより、施工速度および施工能力が平年より低下している。また、平成24年度の施工速度は、平成25年度を除き平年並みであるが、塵埃



図—3 路面清掃工の施工実績



図一 4 路面清掃工の施工状況の比較

回収量に対する施工時間が短く、施工能力が高くなっている。比較するデータが4カ年度分なため、要因は特定できないが、平年より現場条件に恵まれ、施工能力が向上したと推察される。塵埃回収量が近似している平成23年度と平成26年度の施工速度および施工能力を見ると、本装置の性能は清掃専用車とほぼ同等であると考えられる。

### (3) 兼用化による運転費

ロータリ除雪装置および路面清掃装置の兼用化による運転費の特徴を以下に示す。なお、運転費の算出は、建設機械等損料の考え方をもとにした。

#### 1) ロータリ除雪工（降雪期）の運転費

車両本体を路面清掃作業でも使用することにより、年間標準運転時間の増加が、運転日数、供用日数の増加よりも比率が大きくなり、供用日当たり運転時間（ $t$ ）、運転日当たり運転時間（ $T$ ）が増加する。そのため、運転1時間当たり労務工数および機械損料が下がり、運転1時間当たり単価が減少する。

#### 2) 路面清掃工（非降雪期）の運転費

ベース車両がロータリ除雪車になることで、運転日数、供用日数の増加が、年間標準運転時間の増加よりも比率が大きくなり、（ $t$ ）、（ $T$ ）が減少する。そのため、運転1時間当たり労務工数および機械損料が上がり、運転1時間当たり単価が増

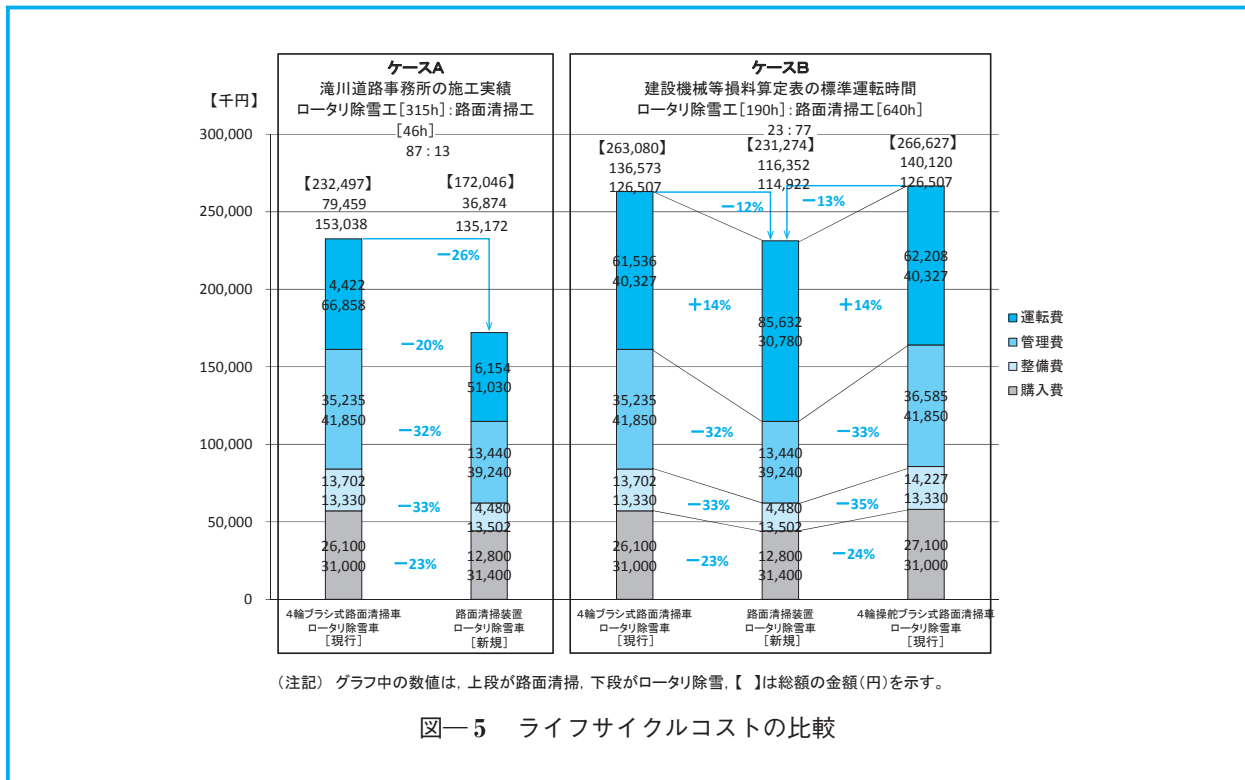
加する。

### (4) 導入による経費の試算

経費の試算は、国土交通省北海道開発局札幌開発建設部滝川道路事務所の平成23年度と平成26年度における平均の施工時間を採用したケースA（路面清掃工 46h：ロータリ除雪工 315h）と建設機械等損料算定表の年間標準運転時間を採用したケースB（路面清掃工 640h：ロータリ除雪工 190h）の二つのモデルケースについて行った（図一5）。比較した機種は、4輪ブラシ式路面清掃車（ケースAおよびB）と4輪操舵ブラシ式路面清掃車（ケースB）とした。

試算の考え方は、道路管理者（発注者）が機械を保有し、通年契約（路面清掃工およびロータリ除雪工）で、道路維持除雪業者（受注者）に機械を無償貸与する場合とした。なお、建設機械等損料算定表の標準使用年数は、路面清掃車は10.0年であるが、車両本体となるロータリ除雪車が15.0年のため、ライフサイクルを15年として、平成27年3月現在の積算基準および単価を採用して試算した。

試算の結果、ケースAは、購入費・整備費・管理費・運転費の全てについて縮減が可能でライフサイクルコストでは26%の縮減が見込まれる。一方、ケースBは、運転費のみ増加するが、購入費・整備費・管理費は縮減が可能でライフサイク



ルコストでは12～13%の縮減が見込まれる。

(5) 効果的な導入配置の提案

通年の運転費を縮減するには、除雪工と清掃工の施工時間比が重要になる。清掃専用車から本装置に配置換えした場合の現行の運転費と同等になる施工時間比を、清掃専用車と本装置の運転単価から試算した(表一2)。その結果、除雪工と清掃工の施工時間比は両規格とも約40:60であり、この比より、除雪工の施工時間が多いほど運転費は縮減し、反対に清掃工の施工時間が多いほど運転費は増加する。清掃工より除雪工の施工時間が多い傾向にある地域は、運転費の縮減効果がより大きくなる。

図一5のケースAおよびBの運転費は、どちらも清掃工が38～39%増加し、除雪工が24%縮減する。ケースAの運転費は、除雪工と清掃工の施工時間比が87:13であり、清掃工の運転費の増加

分より除雪工の運転費の縮減分が大きいため、通年で20%の縮減となった。一方、ケースBの運転費は、除雪工と清掃工の施工時間比が23:77であり、除雪工の運転費の縮減分より清掃工の運転費の増加分が大きいため、通年で14%の増加となった。

4. まとめ

道路の維持管理費のうち機械経費の縮減を図ることを目的に、ロータリ除雪車を通年活用して非降雪期に路面清掃車の機能を兼用させる「アタッチメント式路面清掃装置」を開発した。

本装置の導入により、路面清掃車の購入費は約50%縮減でき、運転費は使用状況により増減するもののライフサイクルコストでは大きな縮減効果が期待できる。

5. 普及活動

国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所では、本装置を重点普及技術と位置付け、土研新技術ショーケースや各種講演会等で普及活動を行っ

4輪ブラシ式路面清掃車		4輪操舵ブラシ式路面清掃車	
ロータリ除雪工	路面清掃工	ロータリ除雪工	路面清掃工
43	: 57	42	: 58

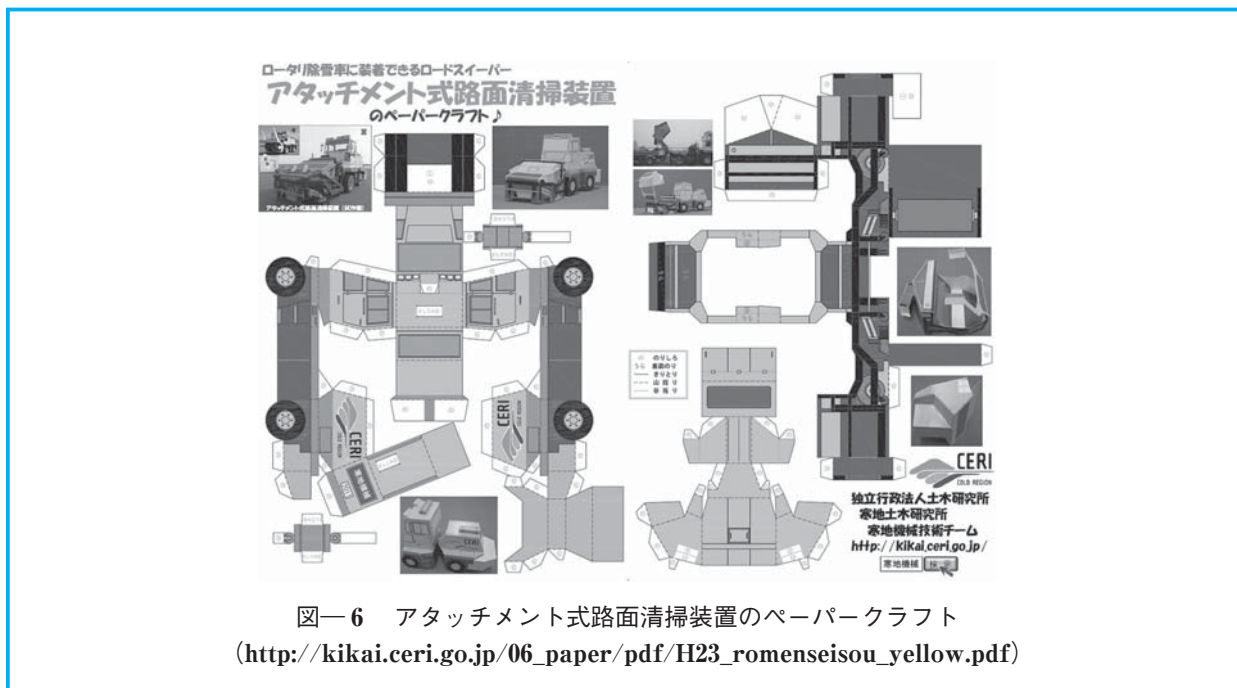


図-6 アタッチメント式路面清掃装置のペーパークラフト  
 ([http://kikai.ceri.go.jp/06\\_paper/pdf/H23\\_romenseisou\\_yellow.pdf](http://kikai.ceri.go.jp/06_paper/pdf/H23_romenseisou_yellow.pdf))

ており、当研究所寒地機械技術チームのホームページでは本装置のペーパークラフトを無償でダウンロードできる(図-6)。本物の装置と同様に旋回、ダンプアップもできることから展示や説明用としても活用している。

普及活動を通して、技術相談を受けた内容を以下に紹介する。

(積雪寒冷地の方から)

- ・路面清掃車の施工時間が少ないが老朽化が進み更新予算が厳しい。
- ・ロータリ除雪車の施工時間が多く工事費を抑制したい。

(少雪地の方から)

- ・ロータリ除雪車の施工時間は少ないが路面清掃の必要性がありライフサイクルコストを抑制したい。
- ・近年の突発的な雪害に備えるため、路面清掃工

が主であるがライフサイクルコストを抑えながらロータリ除雪車を保有したい。

(その他)

- ・ロータリ除雪車と本装置を官民で別に保有する検討をしたい。

今後も同様の技術相談には、ライフサイクルコストの試算などを通して、本装置の導入を提案していきたい。

なお、本装置は、一般社団法人全日本建設技術協会から平成25年度全建賞を受賞した。

【参考文献】

- 1) ロータリ除雪車を通年活用するアタッチメント式路面清掃装置の開発「建設マネジメント技術」2011年4月号、経済調査会、pp.53-57
- 2) 「道路清掃作業の手引き」日本建設機械化協会、平成7年11月

(前) 独立行政法人土木研究所 寒地土木研究所 寒地機械技術チーム

(現) 国土交通省 北海道開発局 事業振興部 機械課

国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所 寒地機械技術チーム

(前) 国土交通省 北海道開発局 札幌開発建設部 滝川道路事務所 工務課

(現) 国土交通省 北海道開発局 札幌開発建設部 千歳道路事務所 工務課

なかむら りゅういち  
 中村 隆一  
 すみた のりゆき  
 住田 則行

しんぼ たかひろ  
 新保 貴広