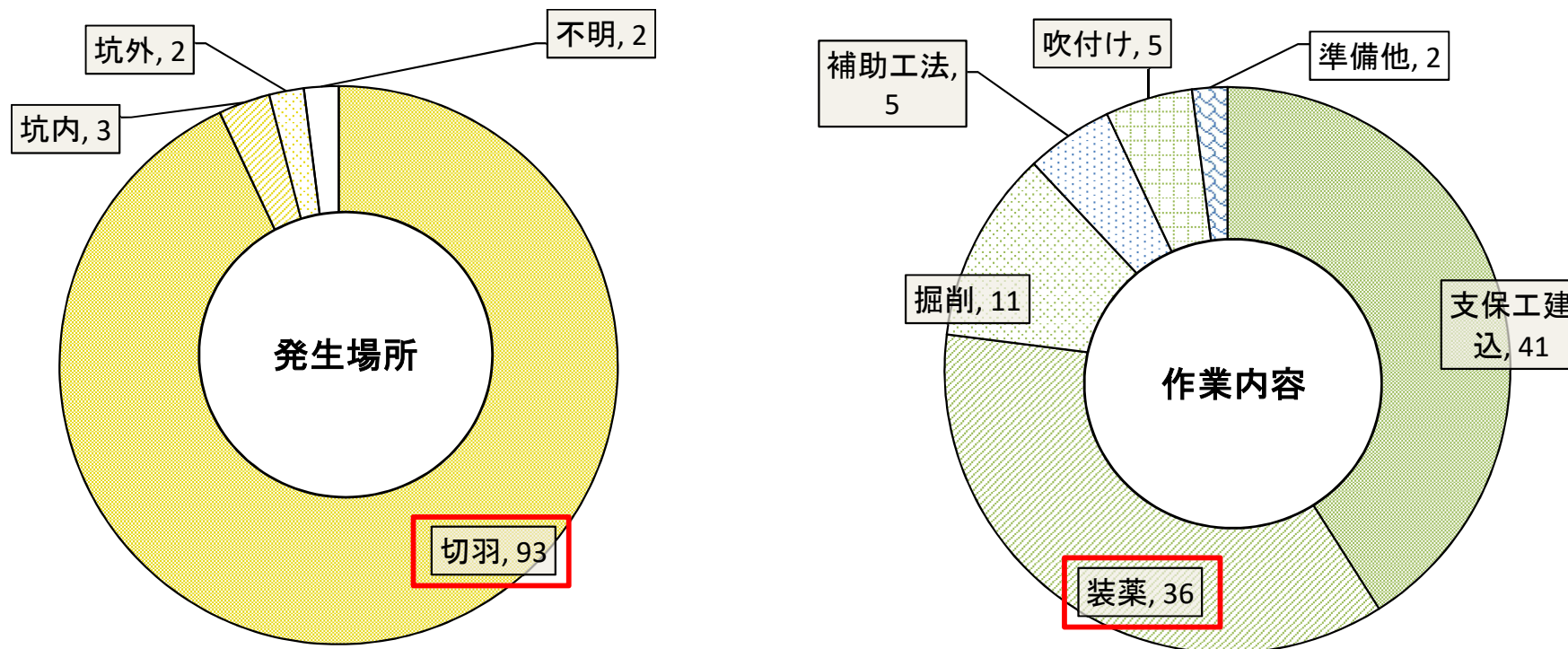


令和4年度から取り組む技術テーマについて

- 建設生産システム全体の生産性向上を図り、もって魅力ある建設現場を目指す取組である i-Constructionを進めている一方で、トンネル発破に関する部分については技術開発が進んでいない状況。
- トンネル工事において、トンネル切羽箇所では災害が多く発生しており、その原因の一つとして装薬作業時における肌落ち災害が多い。

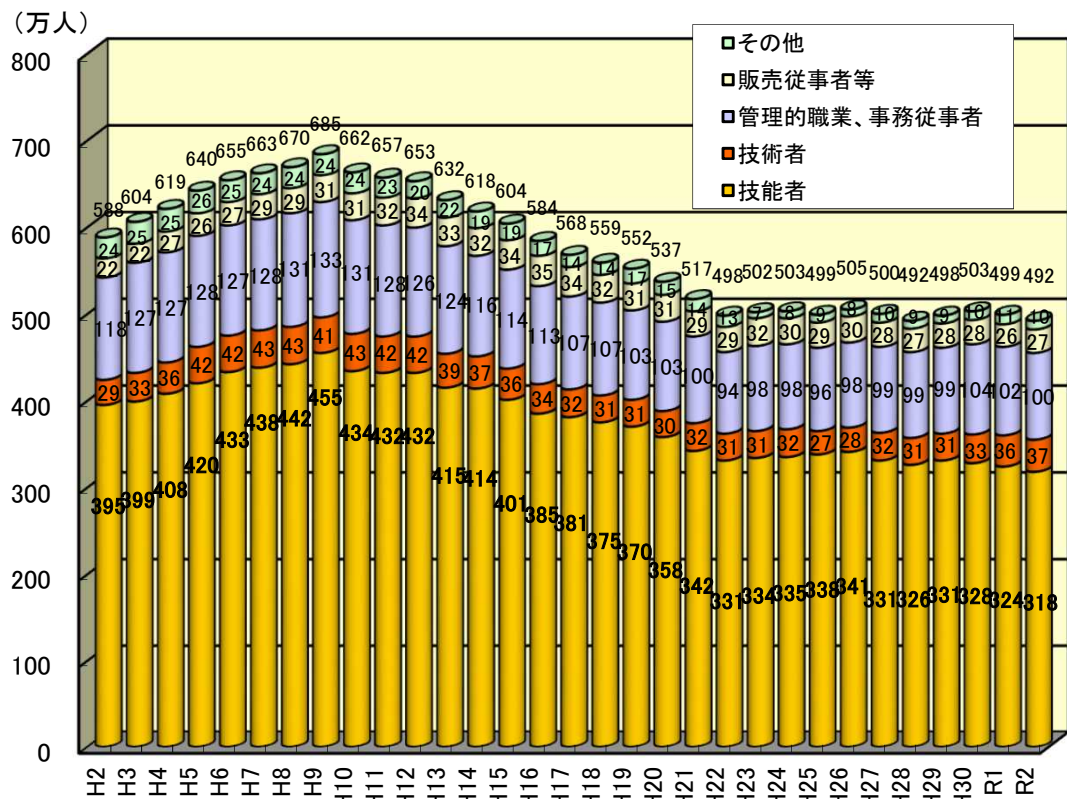
トンネル工事における肌落ち災害の発生状況



○ 作業員の経験や技量に頼るトンネル施工において、高齢化や熟練者の不足が進行している

技能者等の推移

- 建設業就業者： 685万人(H9) → 498万人(H22) → 492万人(R2)
- 技術者： 41万人(H9) → 31万人(H22) → 37万人(R2)
- 技能者： 455万人(H9) → 331万人(H22) → 318万人(R2)

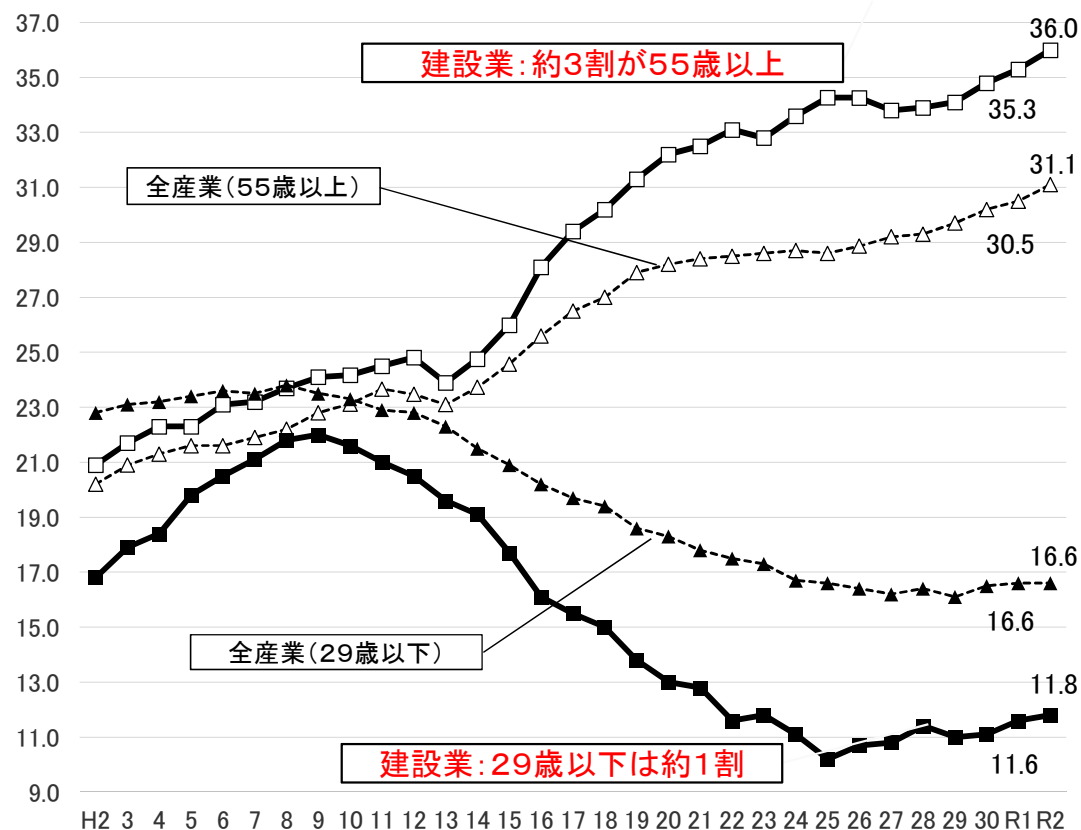


出典：総務省「労働力調査」(暦年平均)を基に国土交通省で算出

(※平成23年データは、東日本大震災の影響により推計値)

建設業就業者の高齢化の進行

- 建設業就業者は、55歳以上が約36%、29歳以下が約12%と高齢化が進行し、次世代への技術承継が大きな課題。
- ※実数ベースでは、建設業就業者数のうち令和元年と比較して55歳以上が約1万人増加(29歳以下は増減なし)。



出典：総務省「労働力調査」を基に国土交通省で算出

○トンネル掘削を行う一連の作業の中で、鋼アーチ支保工の建込みやロックボルトの削孔・打設などの技術開発が進められている一方で、爆薬装填・発破作業に関する技術開発が遅れている。

トンネル掘削作業における作業ステップ

爆薬装填のための削孔



機械による省力化・遠隔化

出典: 安藤ハザマホームページより抜粋
(<https://www.ad-hzm.co.jp/info/2021/20211018.php>)

爆薬装填・発破



人力による作業

出典: 鉄建設ホームページより抜粋
(<https://www.tekken.co.jp/blog/2011/08/post-45.php>)

ずり出し



機械による省力化・遠隔化

出典: 鹿島建設ホームページより抜粋
(<https://www.kajima.co.jp/news/press/202106/30c1-j.htm>)

ロックボルト削孔・打設



機械による省力化・遠隔化

出典: 大成建設ホームページより抜粋
(https://www.taisei.co.jp/about_us/wn/2021/211020_8524.html)

コンクリート吹付け



機械による省力化・遠隔化

出典: 鹿島建設ホームページより抜粋
(<https://www.kajima.co.jp/news/press/202106/30c1-j.htm>)

鋼アーチ支保工建込み



機械による省力化・遠隔化

出典: 前田建設工業ホームページより抜粋
(<https://www.maeda.co.jp/news/2019/11/18/4998.html>)

○トンネル掘削について、爆薬装填を含めたトンネル発破作業に関する自動化・遠隔化に関する技術開発を進めていくことを目的に、各社が進める技術開発に対して、開発促進に必要とされる協調領域を明確化するとともに、その一連の作業の安全性等を確保するためのガイドライン(案)を整備

<背景>

①切羽直近での人力による爆薬装填や結線、削孔した孔の清掃が必要

②不発防止のための確実な作業と確認が必要

③作業員の高齢化、熟練者の減少



<現場ニーズ>

①切羽に近づかない爆薬装填

②人力によらない結線作業

③発破作業時の安全性確保と労力の低減



<求められる技術>

①切羽から人が離れた状態での爆薬装填技術

②結線作業の遠隔化・不要化する技術

③不発の確認・防止、機械化による省人化に資する技術

- 路盤施工時には締固め後の密度管理の方法として砂置換法による密度管理を実施
- 舗装時には温度計による温度管理を実施
- 舗装後の密度管理の方法として、コア抜きを行い密度管理を実施

【現場で実施している品質管理】



砂置換法による路盤の密度管理



温度計による転圧温度測定



コア採取による舗装の密度管理

【課題】

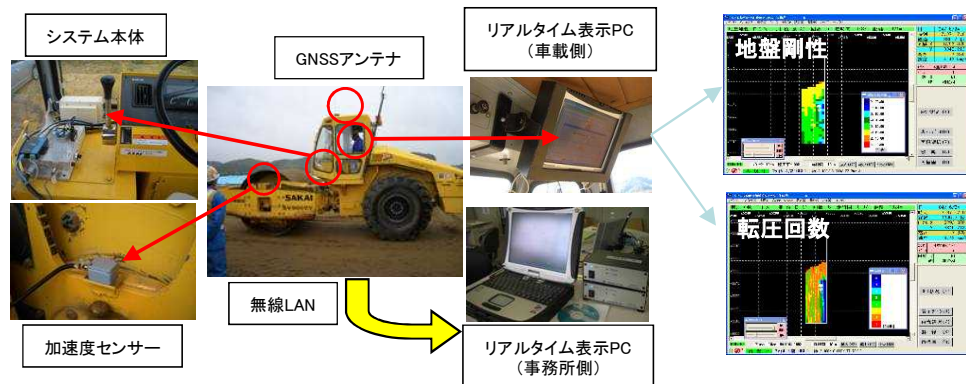
- ・砂置換やコア採取のように破壊試験を行うための時間が必要
- ・施工した構造物に試験のためのコア採取を行うため、補修が必要
- ・密度管理を行う箇所は抽出して行うため、施工面全体の品質確保が困難
- ・作業員が温度計を差し込み温度管理を行うためトレーサビリティの確保が困難

【新規2】舗装工事の品質管理を高度化する技術
 背景② ICTを活用した新しい品質管理手法が開発されている

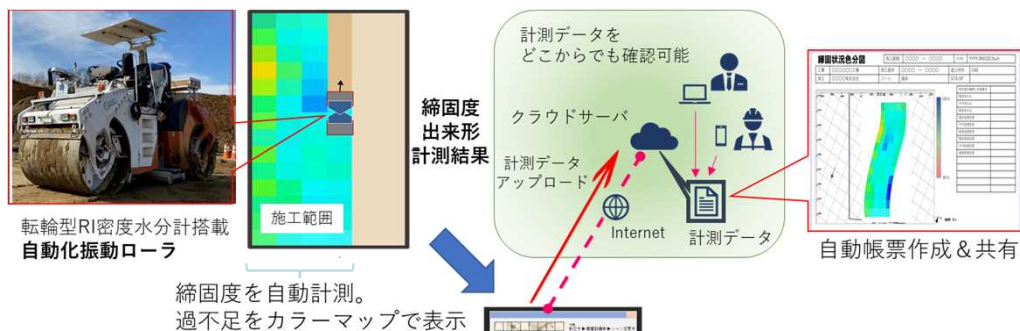
- 路盤施工時の機械の施工履歴データ等から現場密度を面的に計測する技術や、舗装時の温度管理をリアルタイムで行い、トレーサビリティの確保・省人化を図る技術の開発が進められている
- 一方、現場の施工管理においては、土木工事共通仕様書等で密度管理の方法が規定されているため、新たな品質管理技術の導入には、施工現場における従来品質管理手法とICTを活用した新技術による品質管理手法の試行・検証を行い、基準を見直すことが必要

■ 機械の施工履歴データや、施工時の計測データより面的に品質管理を行う技術が開発されている

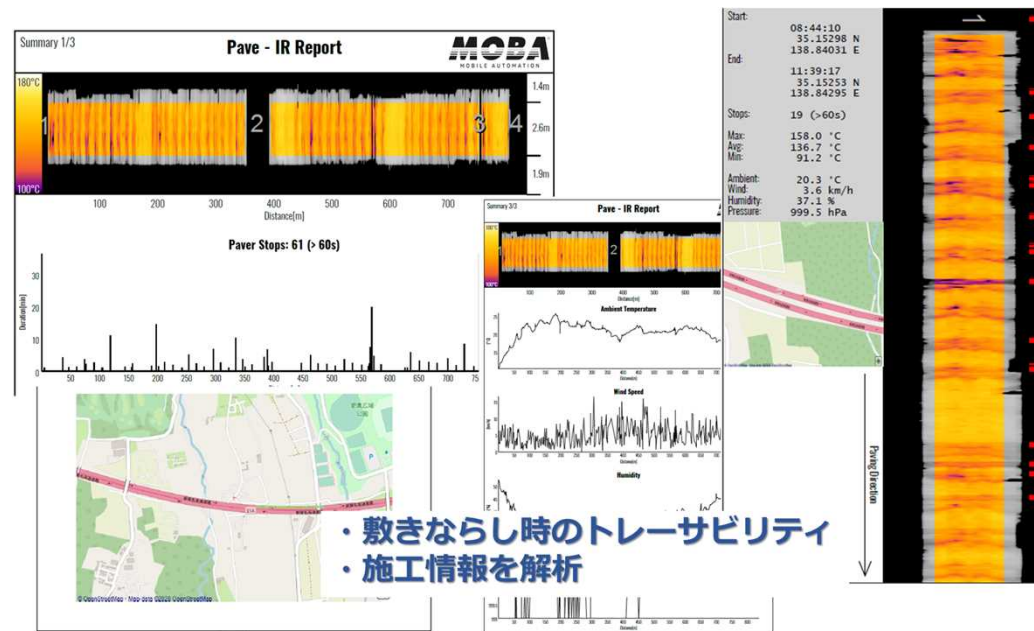
■ 敷き均し時の温度をリアルタイムで記録することによりトレーサビリティを確保する技術が開発されている



【加速度応答を利用した密度管理システム】



【転輪型RI密度計測器を搭載した密度管理システム】



【舗装温度を面的に管理するシステム】

【新規2】舗装工事の品質管理を高度化する技術
舗装の品質管理を高度化するため求められる技術

○ ICT技術を活用し「非破壊で品質管理を実施し、現場における作業性、品質管理の向上を図れる技術」、「リアルタイムで施工時のデータを取得し、現場の省力化を図れる技術」を導入

<背景>

①砂置換法による密度管理

②コア採取による密度管理

③温度計による温度管理



<現場ニーズ>

①非破壊で試験を行いたい

②面的に品質管理したい

③省人化を図りたい



<求められる技術>

①非破壊で現場の密度を測定できる技術

②抽出した箇所ではなく、施工箇所全体(面的)の品質を管理できる技術

③ICT技術を活用し、帳票を作成し、現場の省人化を図る技術

- 通常巡視は目視を主体としており、効率的・定量的なデータ取得に課題。
- 路面・道路付属物等の状況把握は道路管理者自ら取得しており、さらなる効率的な取得が課題。

①路面・道路付属物等の状況把握は、通常巡視にて目視により実施

◆パトロール車からの目視確認



②通常巡視にて得られる結果は定性的
定期点検で得られる結果は5年に1度

◆巡視時の対応結果の一例

施設	分類	対象	状況	処置	処置状況
道路	法面	防草シート	シート剥がれ	出張所に対応依頼	○連絡済
道路	路肩	縁石	損傷	出張所に対応依頼	○連絡済
道路	法面	自然のり面	倒木	状況を確認	●確認済
道路	車道	アスファルト舗装	ポットホール	応急復旧	○応急済
道路	車道	アスファルト舗装	クラック	応急復旧	○応急済
道路	路肩	路面	塵埃	復旧完了	●処置済
道路	車道	アスファルト舗装	剥離	応急復旧	○応急済
道路	車道	排水性AS舗装	ポットホール	応急復旧	○応急済
道路	車道	排水性AS舗装	ポットホール	応急復旧	○応急済
道路	車道	排水性AS舗装	ポットホール	応急復旧	○応急済
道路	歩道	歩道平板	破損	出張所に対応依頼	○連絡済
道路	車道	排水性AS舗装	ポットホール	応急復旧	○応急済
道路	車道	排水性AS舗装	ポットホール	応急復旧	○応急済
道路	歩道	路面	その他	復旧完了	●処置済
道路	車道	排水性AS舗装	ポットホール	応急復旧	○応急済
道路	車道	排水性AS舗装	ポットホール	応急復旧	○応急済
道路	歩道	境界ブロック	がたつき	出張所に対応依頼	○連絡済
道路	路肩	路面	塵埃	復旧完了	●処置済
道路	法面	盛土のり面	はらみ出し	出張所に対応依頼	○連絡済
道路	車道	排水性AS舗装	ポットホール	応急復旧	○応急済

◆路面の目視確認



代表写真 巡回日誌

写真
2021年03月31日 09:00

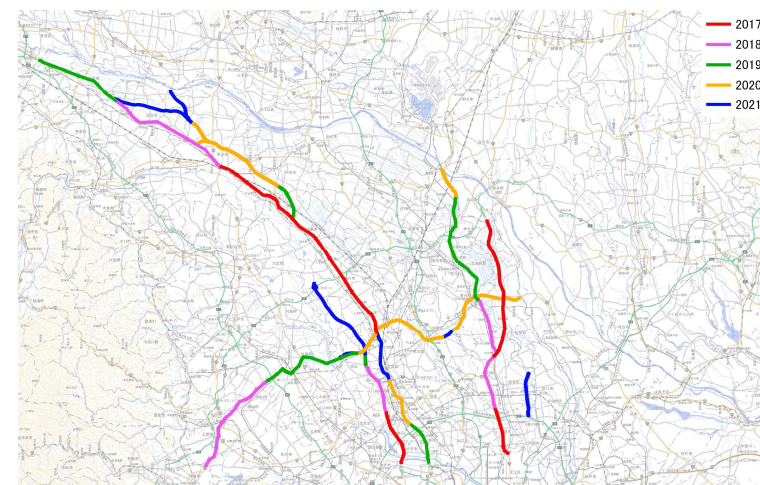
巡回日誌

写真
2021年03月31日 09:00

巡回日誌

写真
2021年03月31日 09:01

◆舗装点検要領に基づく定期点検(1回/5年)



○ 通常巡視にて目視で行っている路面・道路付属物等の状況把握をICT・AIにより効率化・高度化する技術について、求める性能及び性能を確認する方法を整備

<背景>

①路面、道路付属物等の状況把握は、通常巡視にて目視により実施

②通常巡視にて得られる結果は定性的
定期点検で得られる点検結果は5年に1度

<現場ニーズ>

①目視に代わり車載カメラやセンサーにより道路の変状を効率的に把握したい

②路面の劣化や道路付属物等の変状を定期的・定量的に把握したい

③一般車両等から得られるデータにより維持管理に必要なデータを取得し、道路状況を把握したい

<求められる技術>

①目視によらず路面の劣化や道路付属物の変状を自動で抽出・把握できる

②道路パトロール車両に搭載可能又は道路パトロール車両以外によりデータ収集可能で、低コスト

○ 2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、道路利用(自動車からのCO2排出)や道路整備・管理におけるCO2排出量の削減等に取り組み、グリーン社会の実現に貢献していく必要がある。

道路交通ネットワークの構築

三大都市圏環状道路を重点的に整備するなど、生産性を高める道路交通ネットワークの構築を推進



<首都圏環状道路の整備>

渋滞対策

ETC2.0 を活用したビッグデータ等、科学的な分析に基づく渋滞ボトルネック箇所へのピンポイント対策等の取組を推進



<東名高速大和トンネル付近>

再生可能エネルギーの活用

道路における太陽光発電等による再エネの活用を推進



<トンネル付近の設置例>

省エネルギー化の推進

道路整備・管理や道路交通の省エネ化を推進



<LED道路照明灯>

電動車普及に向けた環境整備

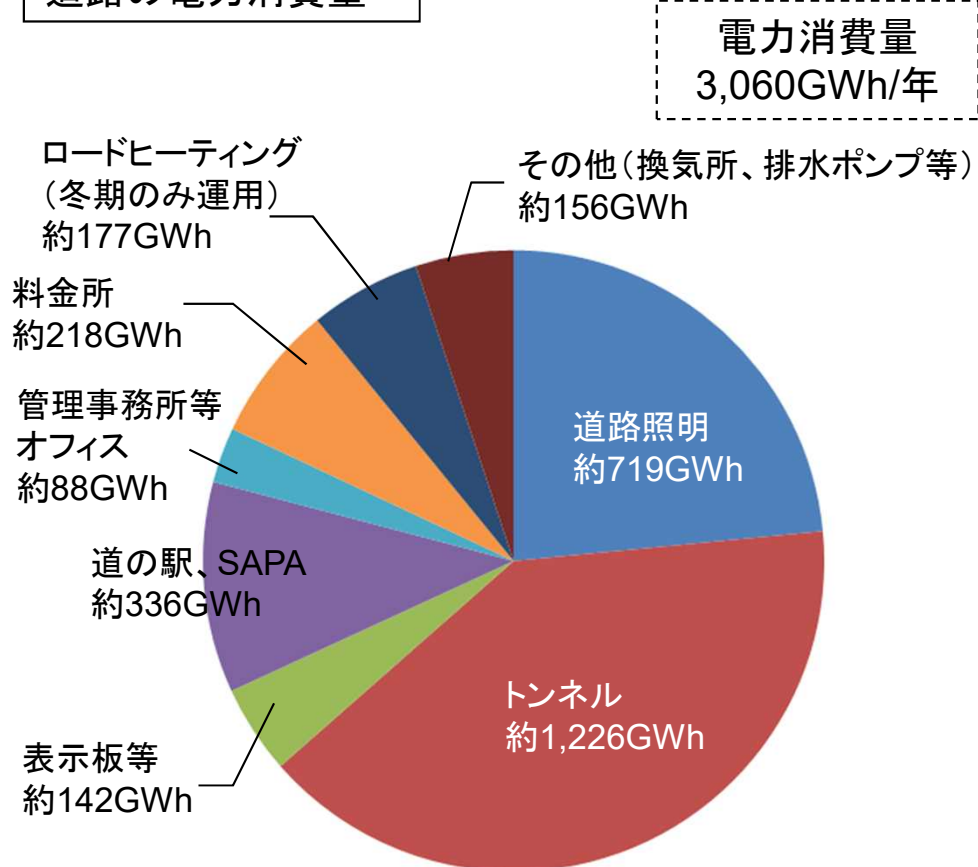
自動車からのCO₂排出を削減するために電動車普及に向けた環境整備を推進



<EV充電施設案内サイン>

- 道路における電力消費量は、約3,060GWh/年。
- 道路における再生可能エネルギー発電量(換算値)は約13GWh(令和2年度時点)であり、電力消費量の0.4%程度。

道路の電力消費量



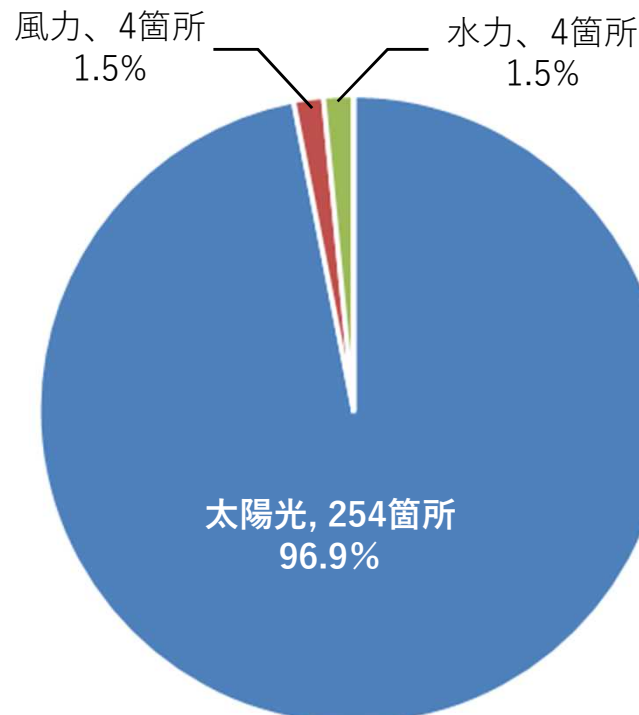
※ 国道、都道府県道、政令市道、高速道路における電力消費量

出典:国土交通省道路局調査結果(平成25年度時点)

約0.4%

道路における再エネ発電*の構成割合
(占用も含む)

年間発電量:約 13GWh(換算値)

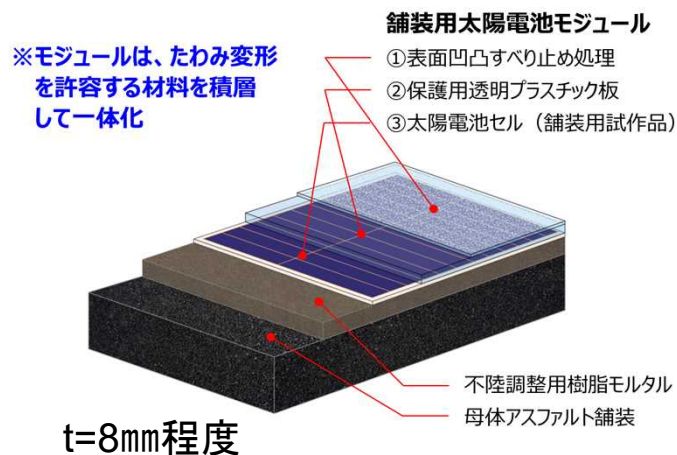


※ 国道、都道府県道、政令市道、高速道路に設置されている再生エネルギー発電設備

出典:国土交通省道路局調査結果(令和2年度時点)

○ 限られた道路空間を有効活用するため、太陽電池を組み込んだ道路舗装システムの技術開発、活用が国内外で進められている。

国内



㈱NIPPO提供

海外



フランス(Colas社製品)

㈱NIPPO提供



オランダ(Ooms社製品)

㈱NIPPO提供



アメリカ(Colas社製品)

コラス・ジャパン㈱提供

【新規1】路面太陽光発電技術 求められる路面太陽光発電の新技术

○ 2050年カーボンニュートラルに向けて、再生可能エネルギーの更なる導入を進める中で、限られた道路空間を有効活用し、道路管理用電力の低炭素化を推進するため、**路面太陽光発電技術**について、求める性能及び性能を確認する方法を整備

<背景>

①2050年カーボンニュートラル

②道路管理用電力の低炭素化

③限られた道路空間を有効活用した再生可能エネルギーの導入

<現場ニーズ>

①2050年カーボンニュートラルに向け、再生可能エネルギーの導入促進

②道路管理用電力への活用

<求められる技術>

①大型車両等を含めた交通荷重への対荷性や、地震、浸水等の災害に対する耐久性

②道路管理用電力へ活用できるように、十分な発電量・発電効率が発揮される

③低コストかつ容易に施工・維持管理が可能であり、道路交通に支障が生じないよう、破損時の早急な修繕等が可能※

※占用による設置も想定されるため、占用主体による管理の方法等も併せて確認する