

大学のベンチマーク制定について

平成30年12月14日

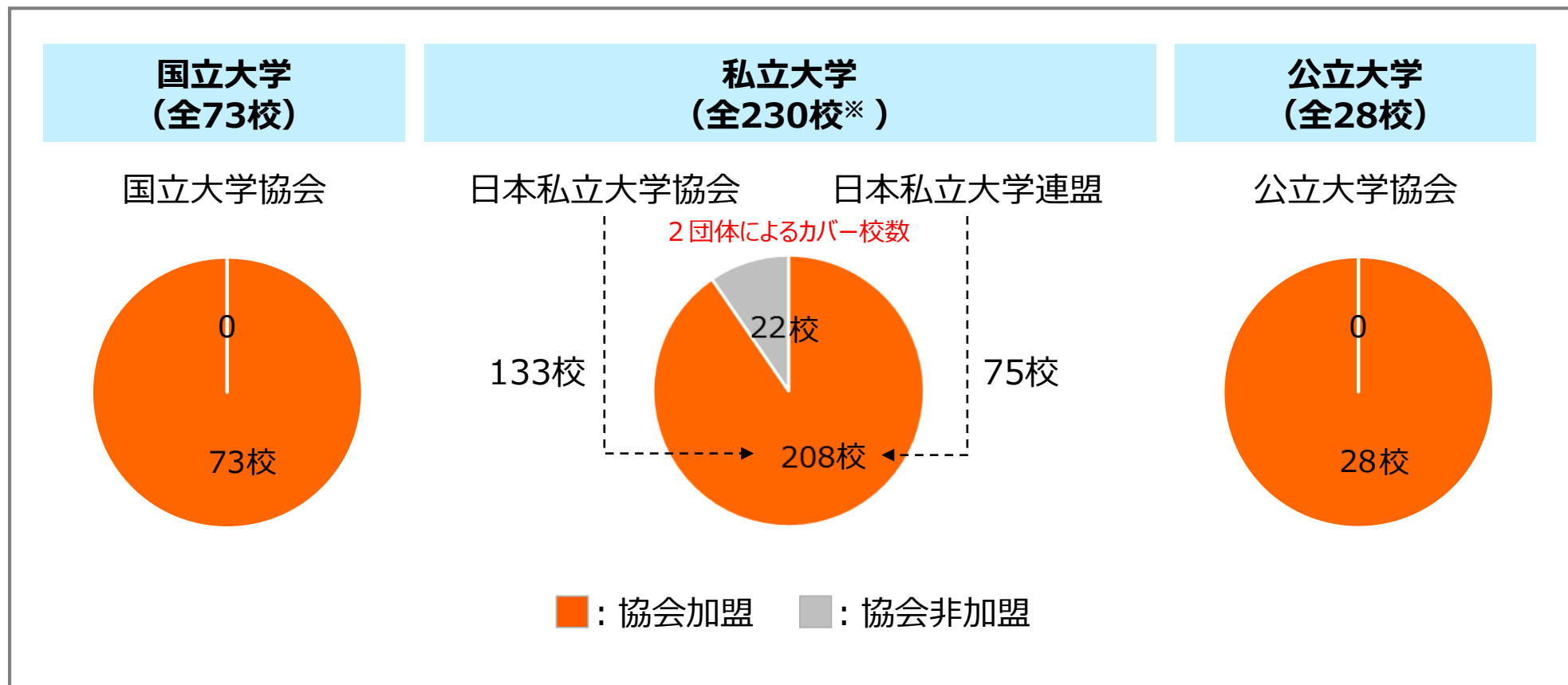
資源エネルギー庁 省エネルギー課

1. 検討経緯

大学におけるベンチマーク制度の業界カバー率

- 平成28年度定期報告提出大学（細分類番号：8161）の状況

定期報告提出大学に占める加盟大学の割合（大学数ベース）

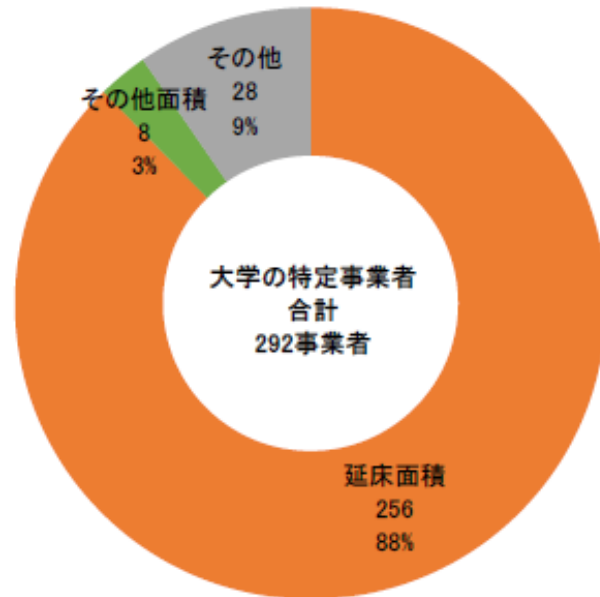


※ 日本私立大学協会と日本私立大学連盟に重複加盟する大学は存在しないため、定期報告230校のうち22校がいずれの団体にも非加盟の学校となる。

主たる事業が「大学」の定期報告における原単位指標分析

- 定期報告において、主たる事業が「大学」の特定事業者が使用している原単位指標は以下の通り。

主たる事業が「大学」の特定事業者が定期報告に使用している原単位指標



- 延床面積 …延床面積や延べ面積など
(曖昧な表現(単に面積など)はその他面積に分類)
- その他面積 …延床面積以外の面積を使用するもの
(例: 空調面積、稼働面積)
- その他 …面積以外の指標または面積とその他指標を掛けあわせたもの
(例: 学生・教職員数、延床面積×人数、延床面積×営業時間)

「延床面積」を原単位指標として使用している事業者が約88%。

「その他面積」を含めると事業者の約91%が「面積」に関係した原単位指標を使用。

ベンチマーク指標検討に向けたアンケート調査の概要

- 大学（細分類番号：8161）に属する特定事業者に、日常的に授業・研究が実施されているキャンパス（最大3キャンパス）を対象としたエネルギー使用状況調査を実施。
- 平成29年度WGの取りまとめを踏まえ、学部系統別の「延床面積」、「教職員数」、「学生数」、「エネルギー使用量」、「特殊な設備・施設」等を調査項目とした。

■ 調査項目

- キャンパス全体のエネルギー使用量、延床面積、教職員数
- 学部・大学院（研究科）、附属病院、短期大学等、経営・運営に関わる部門、その他（共用施設等）のエネルギー使用量、延床面積、教職員数
- 学部系統別（文系・理系・医系・その他学部）のエネルギー使用量、延床面積、教職員数、学生数
- 各キャンパスが所有する、他大学と比べエネルギー使用量の多いと思われる設備・施設のエネルギー使用量と延床面積 等

■ 回収状況

- 配布事業者数：291事業者
- 回答事業者数：205事業者
- 回答キャンパス数：364キャンパス（有効回答数：最大272キャンパス）

（参考）平成29年度工場等判断基準ワーキンググループ 取りまとめ（平成30年3月30日公表）より一部抜粋

ベンチマーク制度を平成30年度中に全産業のエネルギー消費量の7割に拡大するという目標の達成に向けて、来年度の工場等判断基準ワーキンググループにおいては、官公庁と学校（大学）への制度導入の検討を中心に審議を行う。（中略）**学校（大学）については、特性の違い（設置区分、学部、施設形態等）を考慮した指標の検討**を継続し、制度の導入を目指す。

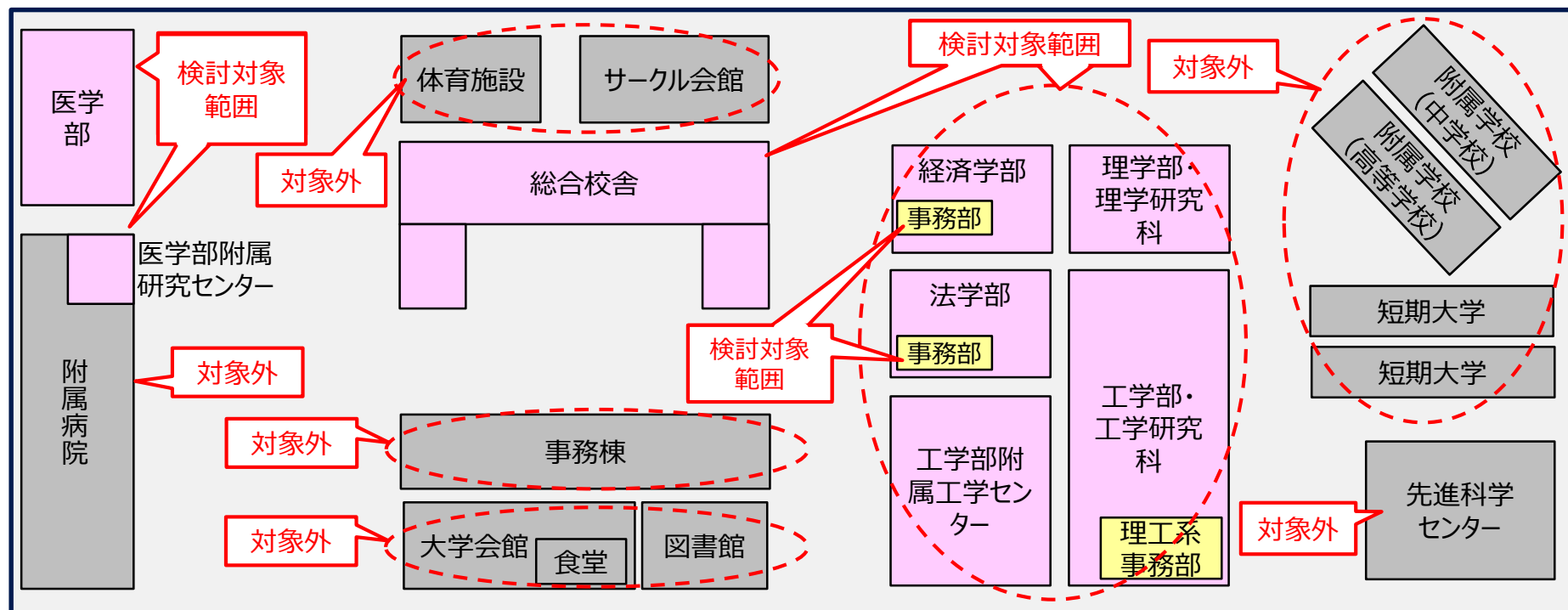
【参考】学校基本調査 学科系統分類表

大分類		コード表(注)の1桁目のアルファベット	
大学・大学院		短期大学 高等専門学校	
文系	人文科学	人文	A, B
文系	社会科学	社会	C, D
理系	理 学	教養	E, F
理系	工 学	工業	G, H, I, J
理系	農 学	農業	K, L
医系	保 健	(医・歯学)	M, N, O
		(医・歯学を除く)	
理系	商 船	商船	P
文系	家 政	家政	Q, R
文系	教 育	教育	S, T, U
文系	芸 術	芸術	V, W
その他学部	そ の 他	その他	X, Y, Z

文部科学省「平成30年度 学校基本調査の手引」より抜粋

ベンチマーク指標の検討対象範囲

- ベンチマーク指標の検討にあたり、検討対象範囲を大学が一般的に共通に有している「学部・大学院の施設及び設備」とした。
- 下記施設及びそれら施設に設置・使用されている設備は検討対象外としている。
 - ・ 附属病院、附属学校
 - ・ 組織体制上、学部・大学院から独立した研究センター（例：先進科学センター）
 - ・ 大学の経営や運営に係るいわゆる間接部門（例：事務棟。ただし、各学部・大学院に個別に設置されている事務部門は評価対象。）
 - ・ 複数の学部・大学院横断で使用される共用施設（例：大学会館、図書館）
 - ・ その他施設（例：体育施設、サークル会館）



特殊な施設・設備の取扱いについて

- 各大学が回答した特殊施設・設備の「特殊性」についてヒアリングによる追加調査を実施。
- その結果、現時点ではベンチマーク制度において考慮すべき特殊性は無いとの結論を得た。
- ただし、将来的にBM指標の評価に影響を与える特殊性のある施設・設備の検討が必要となった場合、その取扱いを改めて検討する。

【調査・検討内容】

エネルギー使用状況調査にて各大学が回答した特殊施設・設備について、用途や特殊性（同一施設・設備を所有する他大学の有無等）の詳細を電話及びメールにてヒアリング調査。



【結果】

各大学が回答した特殊施設・設備は、下記2パターンのいずれかに分類され、考慮すべき特殊性は無いと判断できる。

- ①他大学でも保有している熱源機器や実験機器
（例：蒸気ボイラー、スクリー冷却機、CT機器、レントゲン機器、MRI機器、手術機器 など）
- ②ベンチマーク制度の評価範囲である「学部・大学院」に属する施設・設備ではない
（例：スーパーコンピュータ、病院2号棟）

▶ 特殊施設・設備に関する各大学からの回答例

施設・設備名	結果分類
研究室実験室及管理棟（空調機器、実験機器等）	①
校舎Ⅰ（空調機器、実験機器等）	①
中央機械室（スクリー冷却機、ボイラー）	①
校舎Ⅱ（空調機器、実験機器等）	①
実験研究棟（空調機器、実験機器等）	①
医学部管理課（空調機器、実験機器等）	①
基礎臨床研究棟（空調機器）	①
生物資源棟（空調機器）	①
総合研究棟(動物実験施設)	①
大学2号館（空調機器）	①
BSL室	①
E1棟（実験研究棟）	①
蒸気ボイラー（5台）	①
東講義棟棟系（冷温水発生器等（計5台））	①
動物研究棟系（冷温水発生器等（計4台））	①
スーパーコンピュータ	②
病院2号棟（中央放射線部他）（CT、レントゲン機器）	②

2. 原单位指标 (案)

原単位分析の結果

- エネルギー使用量と「延床面積」、「学生数」、「教職員数」の相関関係について、大学全体を対象とした「学部・大学院」と、文系・理系・医系・その他学部に分類した「学部系統別」で分析を行った。結果は下表のとおり。
- 「学部・大学院」では、「延床面積」がエネルギー使用量と一定の相関 ($R^2 \geq 0.8$) がみられた。
- 「学部系統別」では、文系、理系、その他学部の「延床面積」と理系の「教職員数」で一定の相関がみられ、医系についてはいずれも相関がみられなかった。

エネルギー使用量との相関関係一覧

		N数	R2値	
学部・大学院	延床面積	268	0.8476	
	学生数	272	0.3104	
	教職員数	264	0.6454	
学部系統別	文系	延床面積	134	0.9058
		学生数	136	0.5072
		教職員数	133	0.5368
	理系	延床面積	109	0.8778
		学生数	112	0.2543
		教職員数	107	0.8113
	医系	延床面積	92	0.6845
		学生数	93	0.449
		教職員数	91	0.4297
	その他	延床面積	27	0.8116
		学生数	29	0.0743
		教職員数	26	0.3789

原単位指標案①

学部系統に分けない場合、「延床面積」と一定の相関あり

原単位指標案②

学部系統別では、文系、理系、その他学部で「延床面積」と一定の相関あり

医系は「延床面積」、「学生数」、「教職員数」ともに相関みられず

原単位指標（案）

- 原単位分析の結果、指標案としては以下の2案が考えられる。

■ 指標案① 学部・大学院（全体）を対象とした延床面積を原単位とする指標案

決定係数（R²）

$$\text{ベンチマーク指標} = \frac{\text{エネルギー使用量（学部・大学院使用分）}}{\text{延床面積（学部・大学院使用分）}}$$

R²=0.8476

■ 指標案② 学部系統別（医系なし）を対象とした延床面積を原単位とする指標案

$$\text{ベンチマーク指標} = \frac{\text{エネルギー使用量（学部系統別使用分）}}{\text{延床面積（学部系統別使用分）}}$$

文系：R²=0.9058

理系：R²=0.8778

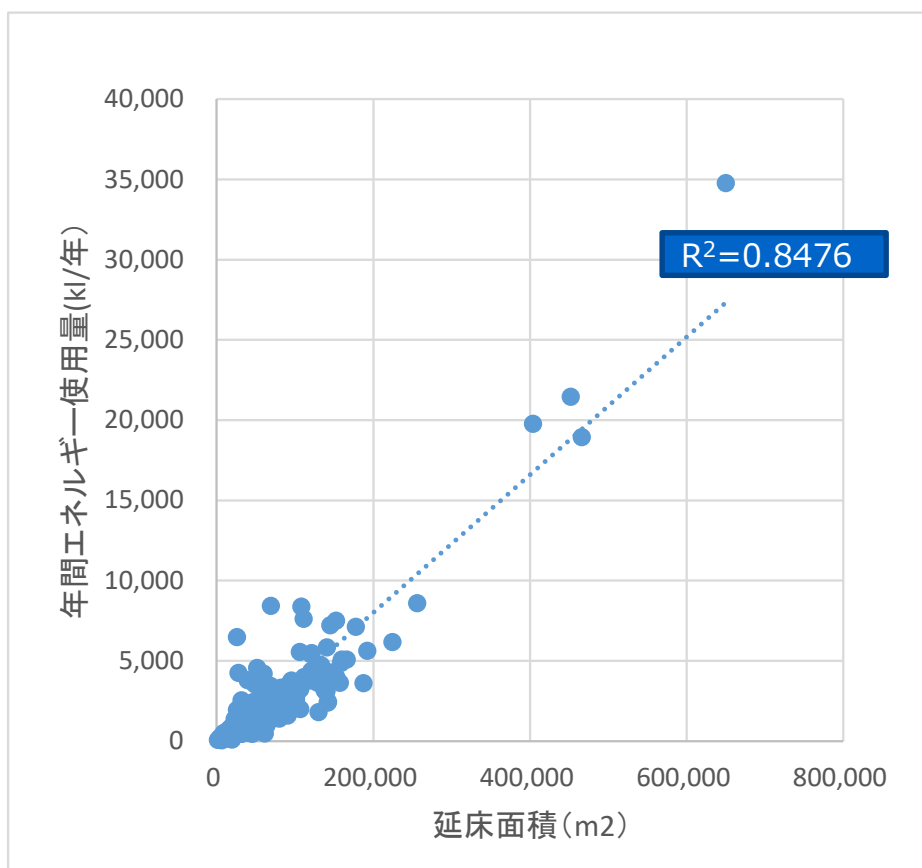
その他学部：R²=0.8116

原単位分析の結果

■ 指標案① 学部・大学院（全体）を対象とした延床面積を原単位とする指標の分析結果

- 一定の相関 ($R^2 \geq 0.8$) が認められた学部・大学院の年間エネルギー使用量と延床面積との相関は下図のとおり。

■ 年間エネルギー使用量 (kl/年) × 延床面積 (㎡) (N=268)

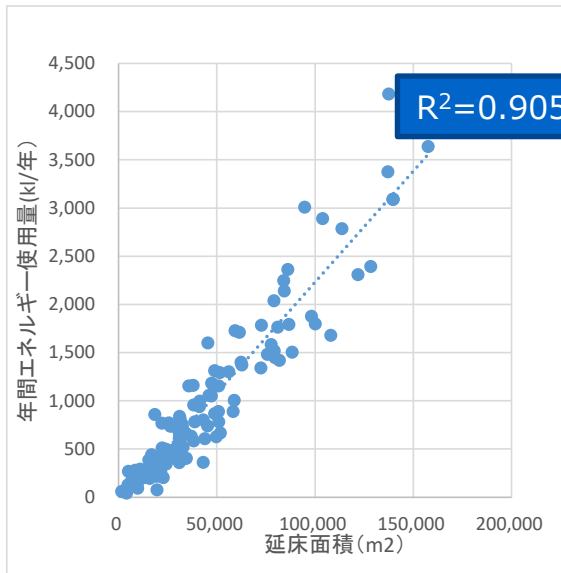


原単位分析の結果

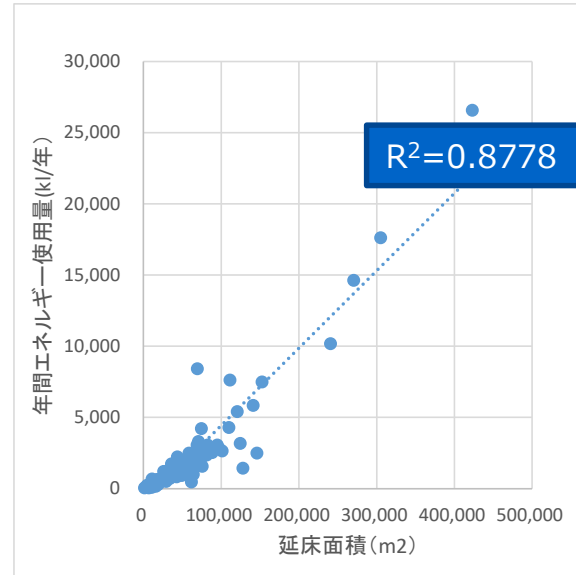
■ 指標案② 学部系統別（医系なし）を対象とした延床面積を原単位とする指標の分析結果

- 一定の相関 ($R^2 \geq 0.8$) が認められた文系、理系、その他学部の年間エネルギー使用量と延床面積との相関は下図のとおり。

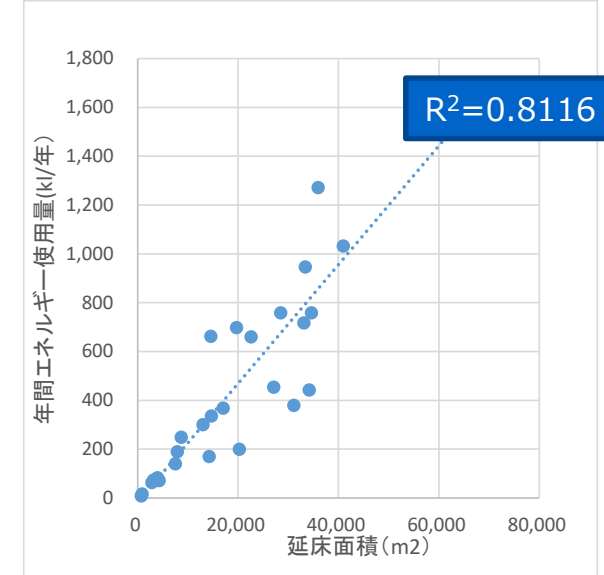
■ 学部系統別（文系） N = 134



■ 学部系統別（理系） N = 109



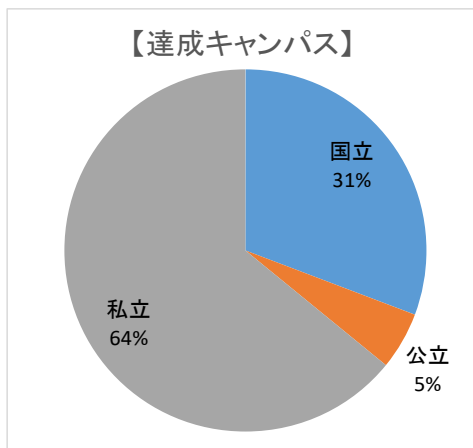
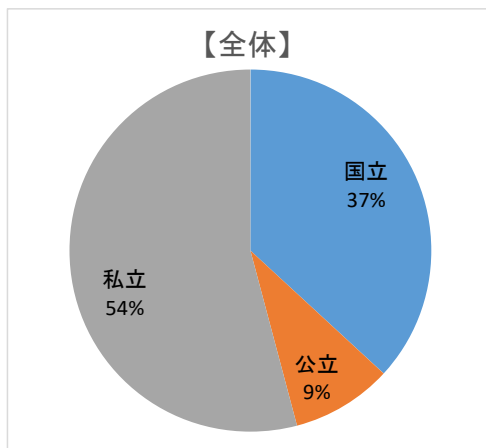
■ 学部系統別（その他学部） N = 27



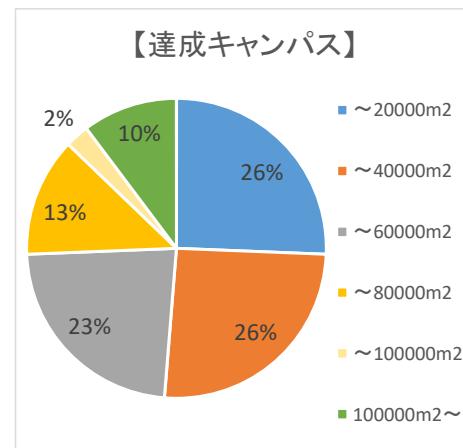
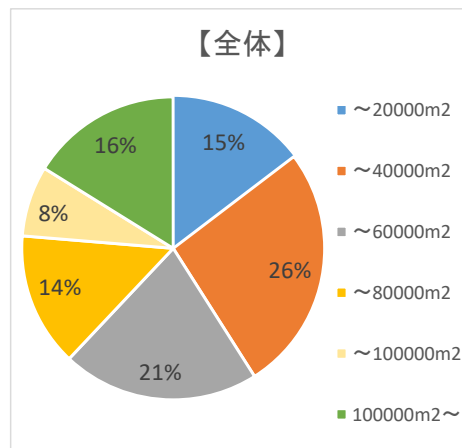
【参考】原単位指標案①：設立形態・規模・地域別集計

- 分析対象キャンパス全体とBM指標達成キャンパスについて、設立形態・規模・地域別の傾向を把握するために分析を実施。設立形態、規模、地域ごとの達成傾向に大きな偏りはみられない。

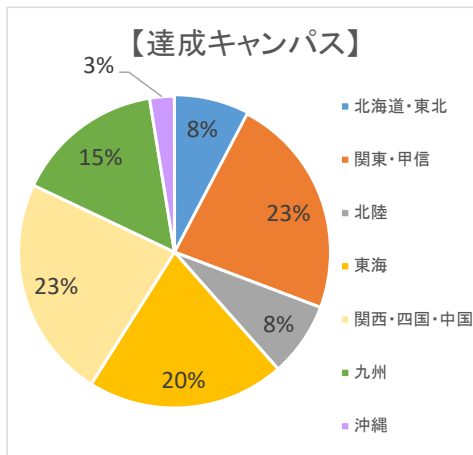
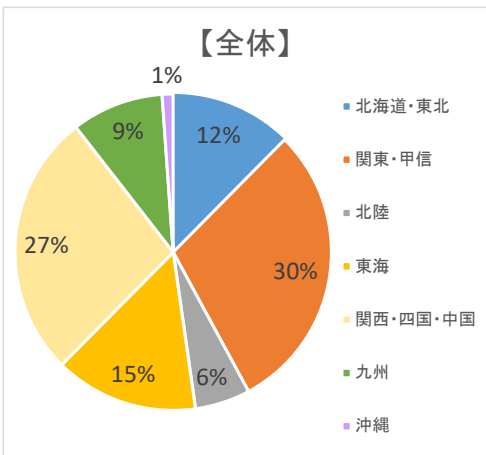
➤ 設立形態



➤ 規模



➤ 地域



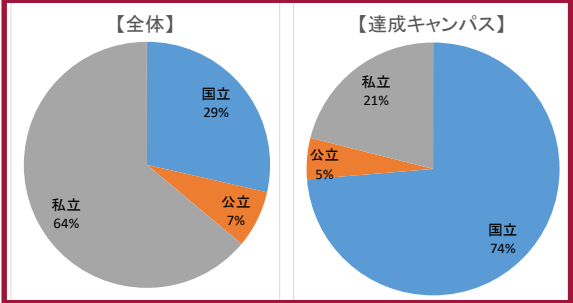
地域区分	都道府県
北海道・東北	北海道、青森県、岩手県、秋田県、宮城県、山形県、福島県
関東・甲信	茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、山梨県、長野県
北陸	新潟県、富山県、石川県、福井県
東海	静岡県、愛知県、岐阜県、三重県
関西・四国・中国	滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県、奈良県、和歌山県、鳥取県、島根県、岡山県、広島県、山口県、香川県、愛媛県、徳島県、高知県
九州	福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県、大分県、宮崎県、鹿児島県
沖縄	沖縄県

【参考】原単位指標案②：設立形態・規模・地域別集計

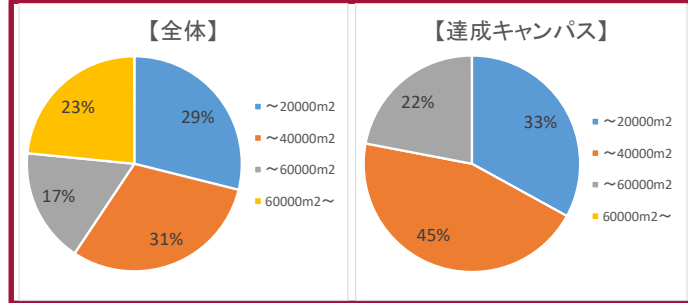
● 分析対象キャンパス全体とBM指標達成キャンパスについて、設立形態・規模・地域別の傾向を把握するために分析を実施。設立形態・規模・地域ごとの達成傾向に偏りがみられる。

➤ 設立形態

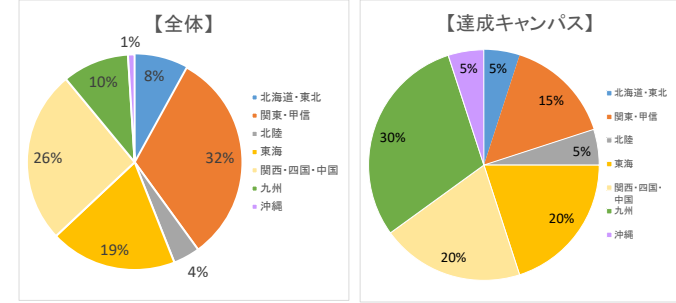
■ 学部系統別（文系）



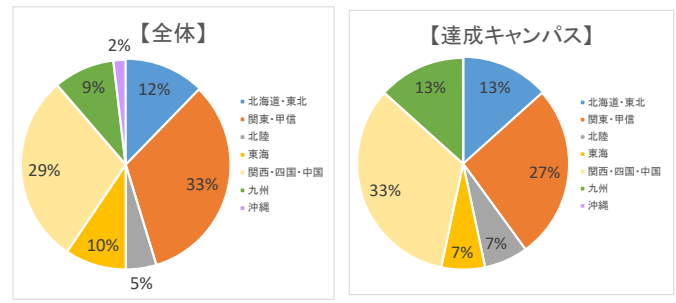
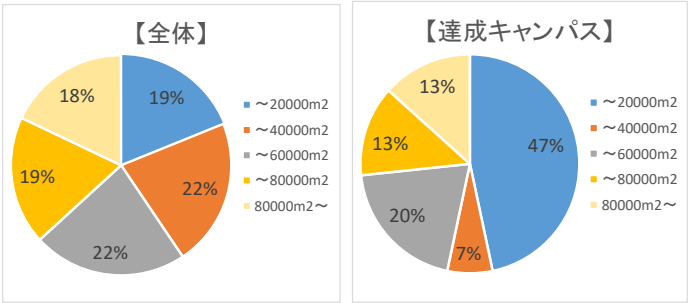
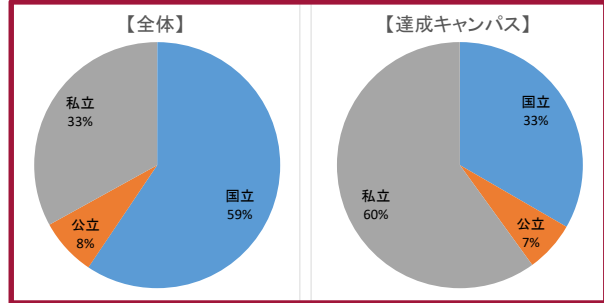
➤ 規模



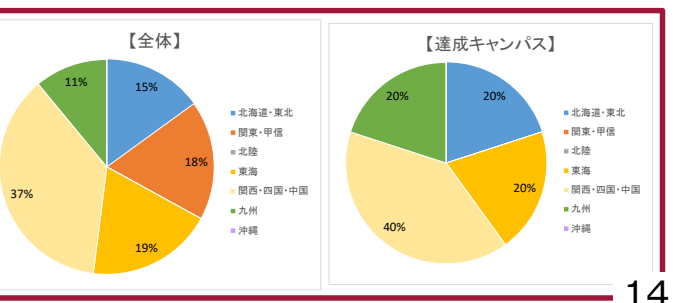
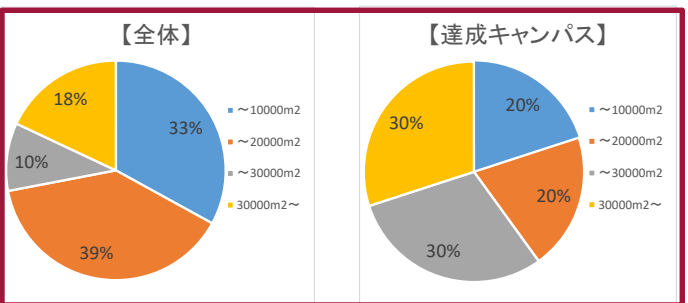
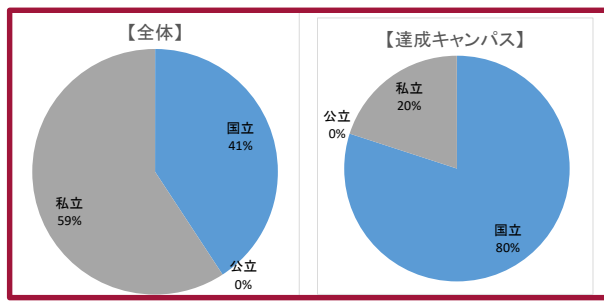
➤ 地域



■ 学部系統別（理系）



■ 学部系統別（その他学部）



原単位分析のまとめ

- 「延床面積」を分母とする原単位指標案は高い決定係数が得られたものの、学部系統別の考慮ができない又は設立形態・規模・地域区分の中で達成傾向に偏りがみられる。

指標案	ポイント
①学部・大学院（全体）	<ul style="list-style-type: none">・ 大学全体を評価範囲として捉えることができる。・ 設立形態・規模・地域区分ごとの達成傾向に大きな偏りはみられない。 <p>〔懸念点〕 <u>学部系統別の考慮が出来ない。</u></p>
②学部系統別（医系除く）	<ul style="list-style-type: none">・ 学部系統別の考慮が可能。 <p>〔懸念点〕 <u>設立形態・規模・地域区分の中で達成傾向に偏りがみられる。</u></p>

3. 重回歸指標 (案)

【参考】重回帰式を用いたベンチマーク指標のイメージ

- 原単位によるベンチマーク指標とは異なり、重回帰式を採用したベンチマーク指標では、複数の要素（学部系統別の面積等）の違いを考慮することが可能に（重回帰式とは、ある項目を複数要素に分解して説明するもの）。
- 重回帰式によって、同一の特徴を持つ大学キャンパスの標準的なエネルギー使用量の予測値を算出。このエネルギー使用量の予測値と当該キャンパスのエネルギー使用量の実績値を用いてベンチマーク指標を算出することで、各大学キャンパスを横並びで評価することが可能。

■ 重回帰式を用いたベンチマーク指標のイメージ

大学キャンパスのベンチマーク指標

評価対象の大学キャンパスの
エネルギー使用量の実績値

同一の特徴を持つ大学キャンパスの標準的なエネルギー使用量の予測値

評価対象の大学キャンパスの規模等
に関する要素

文系面積

×

a

+

理系面積

×

b

+

医系面積

×

c

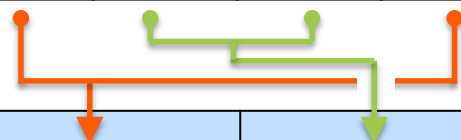
※a、b、cは重回帰分析により算出した各要素の影響の大きさを表す係数

重回帰分析の結果（学部別面積）

- 学部系統ごとの面積を要素とした重回帰分析を行った結果、以下の案①～③で統計上の有意性が確認できたものの、全ての学部系統を要素に含む指標案④は有意性が得られなかった。
- そのため、係数の近い学部系統を集約し、重回帰分析を追加で実施したところ、文系とその他学部、理系と医系をそれぞれ集約する指標案⑤について、統計上の有意性が確認できた。

▶ 学部別面積を変数とする重回帰分析

	N数	文系面積	理系面積	医系面積	その他学部面積	多重共線性	重回帰式の妥当性				
							係数の符号	係数が標準偏差より大きい	t値>2	P値<0.05	調整済R ²
案①	185	○	○		○	○	○	○	○	○	0.903
案②	177	○	○			○	○	○	○	○	0.900
案③	245	○	○	○		○	○	○	○	○	0.903
案④	251	○	○	○	○	○	○	×	×		0.906



係数の近い学部系統を集約

	N数	文系+その他学部面積	理系+医系面積	多重共線性	重回帰式の妥当性					
					係数の符号	係数が標準偏差より大きい	t値>2	P値<0.05	調整済R ²	
案⑤	251	○	○	○	○	○	○	○	○	0.906

重回帰指標（案）

- 前スライドに示した案①、②、③、⑤の重回帰指標は以下の通り。
- なお、「理系面積」と「医系面積」の係数がほぼ同等となっているが、これは、附属病院を対象外としていることによるものと推察される。

(1) 文系面積

(2) 理系面積

(3) 医系面積

(4) その他学部面積

● 案①

決定係数 0.903 (N=185)	エネルギー 使用量の 予測値	=	文系面積 × 0.023	+	理系面積 × 0.046	+	その他学部面積 × 0.016
---------------------------------	----------------------	---	--------------------	---	--------------------	---	-----------------------

● 案②

決定係数 0.900 (N=177)	エネルギー 使用量の 予測値	=	文系面積 × 0.023	+	理系面積 × 0.045		
---------------------------------	----------------------	---	--------------------	---	--------------------	--	--

● 案③

決定係数 0.903 (N=245)	エネルギー 使用量の 予測値	=	文系面積 × 0.023	+	理系面積 × 0.046	+	医系面積 × 0.047
---------------------------------	----------------------	---	--------------------	---	--------------------	---	--------------------

(5) 文系+その他学部
面積

(6) 理系+医系面積

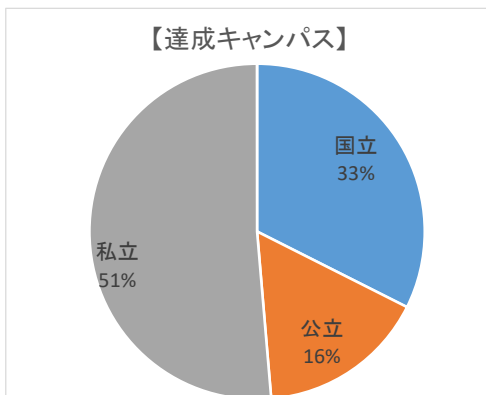
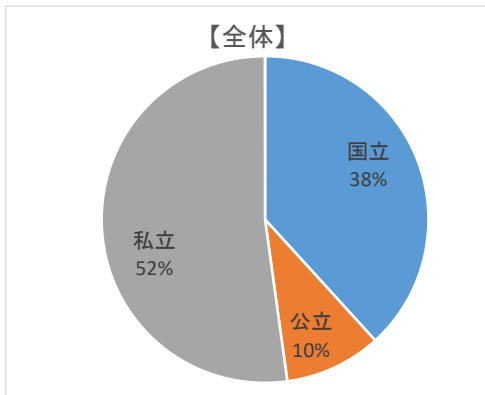
● 案⑤

決定係数 0.906 (N=251)	エネルギー 使用量の 予測値	=	文系+その他学部 面積 × 0.022	+	理系+医系 面積 × 0.047
---------------------------------	----------------------	---	------------------------------	---	---------------------------

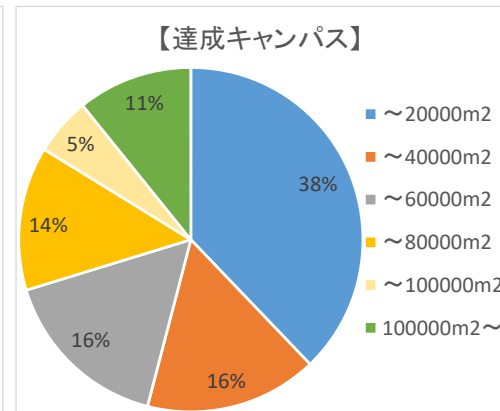
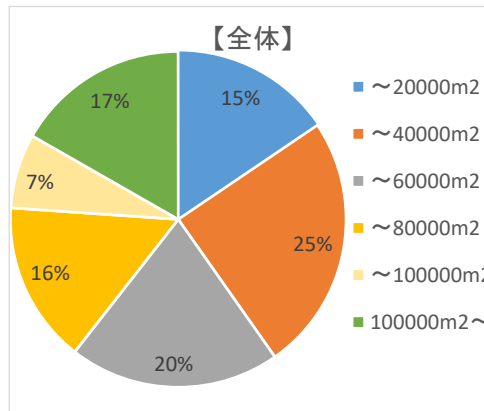
【参考】重回帰指標案⑤：設立形態・規模・地域別集計

- 分析対象キャンパス全体とBM指標達成キャンパスについて、設立形態・規模・地域別の傾向を把握するために分析を実施。設立形態、規模、地域ごとの達成傾向に大きな偏りはみられない。

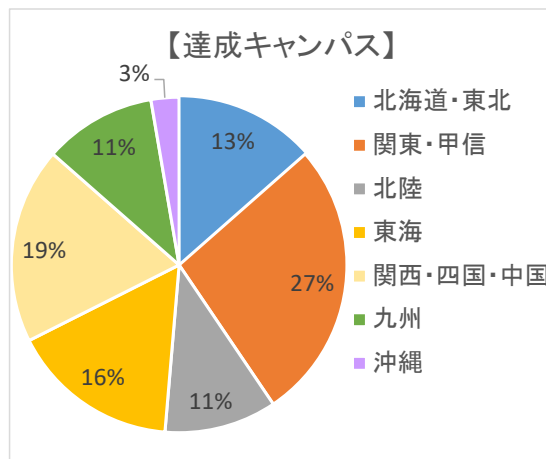
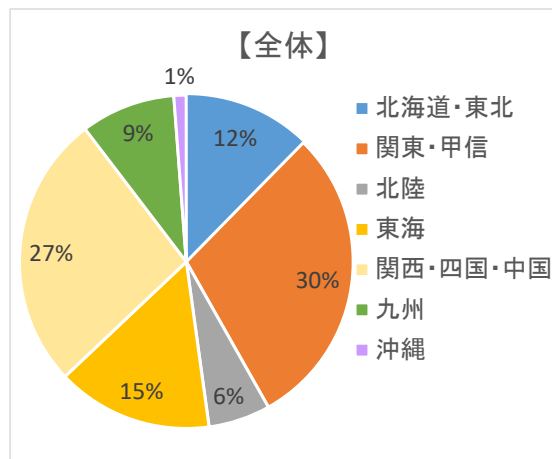
➤ 設立形態



➤ 規模



➤ 地域



【参考】重回帰分析の結果（学部別面積、学生数／教職員数）

- 重回帰指標案⑤について、学生数、教職員数の変数を追加して、分析を実施したが、いずれを追加した場合についても統計上は有意な結果は得られなかった。

➤ 学部別面積、学生数／教職員数を変数とする重回帰分析

	N数	理系面積	医系面積	文系+その他学部面積	理系+医系面積	理系学生数	医系学生数	文系+その他学部学生数	理系+医系学生数	理系教職員数	医系教職員数	文系+その他学部教職員数	理系+医系教職員数	多重共線性	重回帰式の妥当性				
															係数の符号	係数が標準偏差より大きい	t値>2	P値<0.05	調整済R ²
案⑤'	251			○	○			○	○					○	○	×	×	×	0.910
案⑤''	245			○	○							○	○	○	○	×	×	×	0.913

4. ベンチマーク指標（案）

分析のまとめ

- エネルギー使用状況調査にて提供いただいたデータを分析し、ベンチマーク指標（案）を検討。
- 原単位分析の結果、「延床面積」を分母とする原単位指標案は、高い決定係数が得られたものの、学部系統別の考慮ができない又は設立形態・規模・地域区分の中で達成傾向に差がみられるといった懸念がある。
- そこで、重回帰式を用いた指標についても検討を行い、学部系統別の要素を加味した重回帰指標案の候補として4案が得られた（P.18・19参照）。
- そのうち、**重回帰指標案⑤**は、文系、理系、医系、その他学部の全ての面積を要素とすることで学部系統ごとの違いを加味でき、評価対象のカバー範囲も他の案に比べて広く捉えられる。
- 以上から、**重回帰指標案⑤を大学のベンチマーク指標**とすることとしたい。

● 案⑤

決定係数 0.906 (N=251)	エネルギー 使用量の 予測値	=	(5) 文系+その他学部 面積 文系+その他学部面積 × 0.022	+	(6) 理系+医系面積 理系+医系 面積 × 0.047
---	----------------------	---	---	---	--

大学のベンチマーク指標（案） 重回帰指標案⑤

● 事業

日本標準産業分類における大学（細分類番号：8161）のうち文系学部（学校基本調査の学科系統分類表における大分類が人文科学、社会科学、家政、教育、芸術に該当）、理系学部（学校基本調査の学科系統分類表における大分類が理学、工学、農学、商船に該当）、医系学部（学校基本調査の学科系統分類表における大分類が保健に該当）およびその他学部（学校基本調査の学科系統分類表における大分類がその他に該当）に属する施設のエネルギー使用量の合計が1,500kl以上の事業

● ベンチマーク指標

当該事業を行っているキャンパスにおけるエネルギー使用量（単位 キロリットル）を①と②の合計量（単位 キロリットル）にて除した値を、キャンパスごとのエネルギー使用量により加重平均した値。

- ① 文系学部とその他学部の面積の合計（単位 平方メートル）に 0.022を乗じた値
- ② 理系学部と医系学部の面積の合計（単位 平方メートル）に 0.047を乗じた値

● 目指すべき水準

0.555以下（上位15%が達成できる水準）

【参考】日本標準産業分類

816 高等教育機関

8161 大学

学術の中心として、広く知識を授けるとともに、深く専門の学芸を教授研究し、知的、道徳的及び応用的能力を展開させるための教育を行う事業所をいう。

学校教育法による通信教育を行う事業所も本分類に含まれる。

短期大学は細分類 8162 に分類される。


○大学

×短期大学 [8162]

短期大学は対象外

ベンチマーク指標の計算方法

- 大学におけるベンチマーク指標は、あるキャンパスのエネルギー使用量の実績値を当該キャンパスと同一の特徴を持つキャンパスの標準的なエネルギー使用量の予測値で除した値となる。



$$\text{Aキャンパスのベンチマーク指標の値} = \frac{\text{Aキャンパスのエネルギー使用量の実績値 (k l)}}{\text{Aキャンパスと同一の特徴を持つキャンパスの標準的なエネルギー使用量 (k l)}} = 0.000$$

※下記の式より標準的なキャンパスのエネルギー使用量 (k l) を算出しベンチマーク指標の分母へ代入

$$\begin{array}{l} \text{文系+その他学部} \\ \text{の面積} \\ \text{(m}^2\text{)} \\ \times \\ \text{0.022} \end{array} + \begin{array}{l} \text{理系+医系学部} \\ \text{の面積} \\ \text{(m}^2\text{)} \\ \times \\ \text{0.047} \end{array}$$

- キャンパスごとに算出したベンチマーク指標について、当該キャンパスごとのエネルギー使用量により加重平均したものを、事業者のベンチマーク指標の値とする。

$$\text{事業者のベンチマーク指標の値} = \frac{\text{Aキャンパスのエネルギー使用量の実績値 (k l)} \times \text{Aキャンパスのベンチマーク指標の値} + \text{Bキャンパスのエネルギー使用量の実績値 (k l)} \times \text{Bキャンパスのベンチマーク指標の値}}{\left(\text{Aキャンパスのエネルギー使用量の実績値 (k l)} + \text{Bキャンパスのエネルギー使用量の実績値 (k l)} \right)} = \square. \square \square \square$$