

ロックフィジックスデジタルライブラリー

金子 誠¹・高橋 亨¹

¹ 深田地質研究所

Rock Physics Digital Library

KANEKO Makoto¹ and TAKAHASHI Toru¹

¹Fukada Geological Institute

要旨：財団法人深田地質研究所では、ロックフィジックスの研究や適用に必要な情報を集約したデータベースを製作し、ロックフィジックスデジタルライブラリー（RPDL）として当研究所ホームページに公開した。ホームページには、<http://www.fgi.or.jp/rpdl/>からアクセスできる。RPDLは、室内岩石試験データ、検層データ、既往物性相関図一覧表、岩石モデル構築のためのガイド、文献リストから構成され、各資料を閲覧したりダウンロードしたりできる。現在、試行版（V1.0β）を公開し、ユーザーからの意見やデータの提供を求めている。将来、それらを反映しより充実したデータライブラリーとする予定である。

キーワード：物理探査、ロックフィジックス、データベース、岩石物性

Abstract: Fukada Geological Institute has opened a database called as Rock Physics Digital Library (RPDL) on its website, which consists of data and information about rock physics for its study and application. Its website address is <http://www.fgi.or.jp/rpdl>. RPDL is composed of geophysical and geotechnical data obtained in laboratory tests and well loggings, a comprehensive list of empirical relations between various geophysical data, a guide of procedures for rock physics modeling and a literature list on rock physics and its applications. These data can be viewed on the screen and downloaded at user's preference. The RPDL opened at present is still its beta version 1.0 for requesting user's comments and data. It will be updated based on these user's feedbacks in near future.

Keywords: geophysics, rock physics, database, physical properties of rocks

1. はじめに

財団法人深田地質研究所（以下、当研究所）では、ロックフィジックス（Mavko et al., 1998）を利用して物理探査や計測で得られた弾性波速度や比抵抗などの物性を工学的に役立つ諸特性（強度や変形係数、間隙率や透水係数など）に変換するための解釈技術の研究に役立てることを目的として、ロックフィジックスデジタルラ

イブラリー（以下、RPDL）と呼ぶデータベースを構築した（NEDO, 2007）。

RPDLは、ロックフィジックスの研究や適用に必要な以下のデータから構成されている。

- 1) 物理探査で得られる物性と工学的な諸特性のデジタルデータ
- 2) これまでに提案されている岩石モデル
- 3) 物理探査データの解釈に利用されている各種の経験式

4) ロックフィジックスにかかわる研究論文

このRPDL V1.0 β 版をウェブ上に公開した. ここでは, 公開したRPDLの構成内容とユーザーインターフェースの概要を紹介する.

2. RPDLの構成

RPDL は, 次のカテゴリーから構成されている.

- ・室内岩石試験データ
- ・検層データ
- ・既往物性相関図一覧表
- ・岩石モデル構築のためのガイド
- ・文献リスト

以下カテゴリーごとにデータの詳細を示す.

2.1 室内岩石試験データ

国内外で実施された各種岩石の室内岩石試験データで, 岩種 (岩相), 深度 (または深度相当の拘束圧), P波速度 (超音波速度 (無い場合検層)), S波速度 (P波速度に同じ), 密度 (自然, 乾燥, 湿潤状態を区別), 間隙率 (有効間隙率), 飽和度 (水の飽和度), 含水比, 強度 (一軸圧縮強さ, せん断強度), 変形係数 (初期接線係数(E0)と割線係数(E50)), 粒度組成 (礫, 砂, シルト, 粘土の組成), データの品質 (データの出席, 取得条件, 質の3つが全て揃っている場合にはA, そのうちの1つでも欠けている場合にはBと設定) を収録している.

2.2 検層データ

国内で実施された各種岩盤での検層データで, 岩種 (岩相), 深度, P波速度 (音波検層またはサスペンションP S検層), S波速度 (P波に同じ), 比抵抗 (原則, ノルマル検層による電極間隔 25, 50, 100cm の値), 密度 (密度検層計測

値からの換算密度), 自然放射能計測値 (カウント数), 中性子間隙率, 孔径 (キャリパー検層) の生データと, 計測値から計算される M (P波弾性率), G (剛性率), ポアソン比, 間隙率 (密度, 比抵抗から計算), 粘土含有量 (自然放射能検層測定値から計算), データの品質を合わせて収録している.

2.3 既往物性相関図一覧表

岩石の物性の相互関係についてはこれまでに多くの経験式や実験式として, あるいは相関図として公表されている. これらの代表的なものについて掲載されている文献のリストを収録している. また, 岩石モデルを検討する上で必要な鉱物・岩石の基本物性が掲載されている文献のリストも収録している.

2.4 岩石モデル構築のためのガイド

各種物性データを用いて岩石モデルを構築する上で役立つ既往の岩石モデルの一覧表 (岩石モデル総括表) と, 岩石モデル解析指針 (NEDO, 2006 参照) を収録している. 岩石モデル総括表には, これまでに提案されている岩石モデルと経験式 (実験式) の概要および参考にするべき文献を掲載している. 岩石モデル解析指針には, 粒状媒質モデルとインクルージョンモデルの2種類について室内岩石試験や検層データをもとに対象とする岩石 (岩盤) の岩石モデルを構築するための具体的な手順等を記載している.

2.5 文献リスト

ロックフィジックスの研究や適用事例に関する国内外の文献・資料から, 特に重要な文献275編を選びリストとして掲載している. 可能なものは本ライブラリーから直接文献をダウンロードできる.

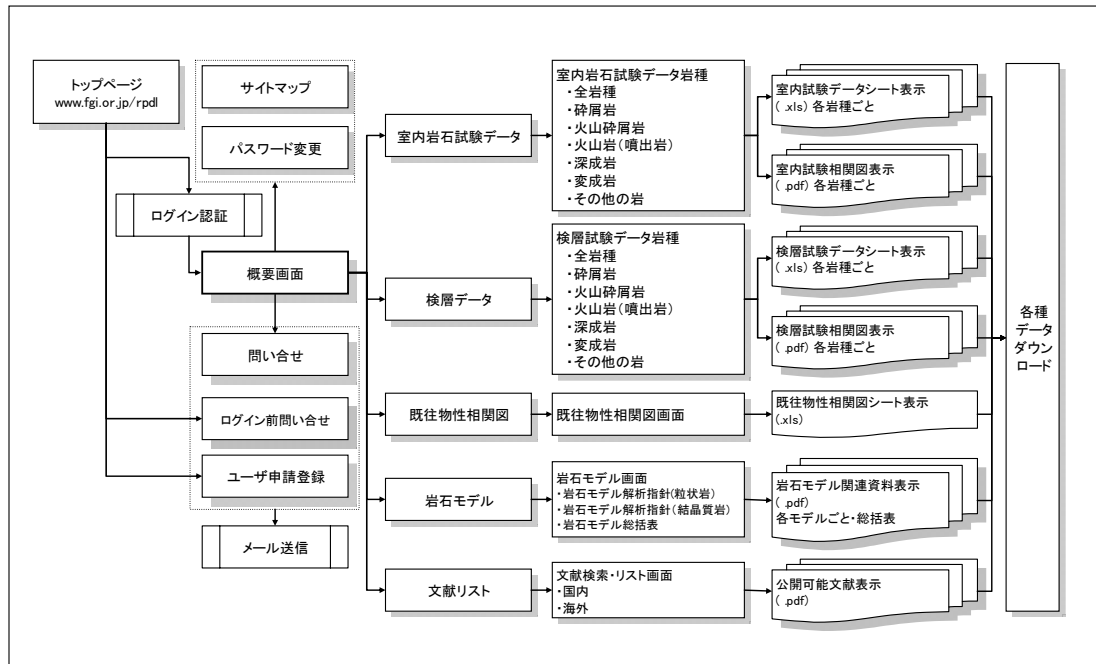


図1 RPDLの全体構成

3. ウェブインターフェース

RPDL は当研究所ホームページ内にあり <http://www.fgi.or.jp/rpdl/> からアクセスできる。全体構成を図1に示す。

利用方法は登録制であり、トップページ (図2) からログイン名とパスワードを入力してログインする。なお、初めて利用する場合は、トップページにあるユーザー登録申請ボタンからリンクを開き、登録フォームに記入して送信すると、後日登録したメールアドレスにログイン名とパスワードが通知され利用可能になる。

各カテゴリからのデータのダウンロードと検索方法を以下に示す。

3.1 室内岩石試験と検層データ

室内岩石試験と検層のデータは、各カテゴリから岩種別に、全岩種、砕屑岩、火山砕屑岩、火山岩、深成岩、変成岩、その他の岩に分けたエクセルファイルとして、各ボタンからダウン



図2 RPDL トップページ (ログイン画面)

ダウンロードヘルプ	
岩種	データ
全岩種	データシート 相関図
砕屑岩	データシート 相関図
火山砕屑岩	データシート 相関図
火山岩(噴出岩)	データシート 相関図
深成岩	データシート 相関図
変成岩	データシート 相関図
その他の岩	データシート 相関図

図3 試験データダウンロード画面

ロードできる (図 3). 各岩種別データの収録件数を表 1 に示す.

各ファイルの最初のシートは, データソース毎にどのようなデータが揃っているかの一覧表である. 次のシート以降は識別コード毎に分けたデータシートである. データは 1 件が 1 行に, 各項目は列ごとに記載してある (表 2, 3). また, 各岩種のデータ概況を一望できる各物性間の相関図を PDF ファイルとして, 相関図ボタンからダウンロードできる (図 4).

表 1 室内岩石試験・検層データ収録数

岩種	データ件数	
	室内岩石試験	検層
砕屑岩	4389	792
火山砕屑岩	4851	2630
火山岩	4666	7008
深成岩	2279	13741
変成岩	391	0
その他の岩	293	0
全岩種(合計)	16869	24171

表 2 室内岩石試験データシート (エクセル) 表示例

(上: 室内岩石試験データ一覧表, 下: 室内岩石試験データ表)

室内岩石試験データ一覧表 (2008年2月15日現在)

データ 識別 コード	岩種 (岩相)	深度 m	Vp		Vs		密度			間隙率 %	飽和度 %	含水比 %	強度		変形係数		粒度組成					品質
			超音波	検層	超音波	検層	自然	乾燥	湿潤				一軸	せん断	E0	E50	礫	砂	シルト	粘土		
			m/s	m/s	m/s	m/s		g/cm3						MPa	MPa			%				
Hps	泥岩		○		○		○	○	○												B	
It1	砂質シルト岩	○						○	○	○	○							○	○	○	○	A
	砂質シルト岩 (砂質泥岩)	○																○	○	○	○	A
Jnc	第三紀堆積岩	△	○		○		○	○	○	○		○			○							B
HScmt	斑状花崗岩 (広島型花崗)	○	○	○	○	○			○	○	○	○										B
HSsrv	花崗岩 (アダムロ岩)	○		○		○			○	○	○				○							B
THK	砂岩		○		○		○	○	○	○		○			○							B
JRR	安山岩		○		○		○	△	△	△	△	△	○	△		△						B
NKG	砂岩																					
	石灰岩		△				△			△			二軸の 拘束圧 と異なり			○						B
SEGJ	砂岩 凝灰岩	○	○		○		△	△	△	△		△										B
Kogre	石灰岩		○					○		○		○			○							A
Han	砂岩	拘束圧	○		○				○	○							粘土含有量					A
Blangy	砂岩	拘束圧	○		○				○	○												A
Fortin	砂岩	拘束圧	○		○					○												A
Rogen	チャーク	拘束圧	○		○					○	○											A

○: データあり
△: 一部データあり

データの品質	A	高い
	B	一部低いものを含

室内岩石試験データ表 (2008年02月15日現在)

データ 識別 コード	岩種 (岩相)	深度 m	Vp		Vs		密度		間隙率 %	飽和度 %	含水比 %	強度		変形係数		粒度組成				備考	
			超音波	検層	超音波	検層	自然	乾燥				湿潤	一軸	せん断	E0	E50	礫	砂	シルト		粘土
			km/s	km/s	km/s	km/s	kg/m ³	kg/m ³				kg/m ³	MPa	MPa	MPa	MPa	%				
THK	流紋岩		3.750		2.090		2180	2130	2220	8.3			108.7			20201.7					
THK	流紋岩		4.330		2.370		2460	2450	2510	5.7			171.5			35303.9					
THK	流紋岩						2620	2600	2630	2.2			298.1			53446.2					
THK	石英粗面岩		2.600		1.680		2300	2280	2390	11.5			136.8			24026.3					
THK	石英粗面岩		5.050		2.880		2550	2520	2560	4.8			240.3			42266.7					
THK	石英粗面岩		4.520		2.560		2500	2480	2570	7.1			124.5			42953.1					
THK	安山岩		3.430		2.280		2410	2290	2420	13.8			87.7			19123.0					
THK	安山岩		5.130		2.800		2940	2930	2940	1.1			182.9			48641.0					
THK	安山岩		5.270		2.950		2840	2820	2820	0.4			320.7			53544.3					
THK	安山岩		4.470		2.380		2600	2570	2610	3.9			162.1			38344.0					
THK	安山岩		2.700		1.800		2600	2580	2630	4.8			145.8			17848.1					
THK	安山岩		4.240		2.450		2570	2520	2690	7.0			184.7			28145.1					
THK	安山岩		4.230		2.420		2580	2520	2590	7.0			165.3			28537.4					
THK	安山岩		4.310		2.420		2600	2550	2610	5.6			231.8			32165.8					
THK	安山岩		4.670		2.513		2690	2690	2710	2.2			220.2			32950.3					

表3 検層データシート (エクセル) 表示例

(上: 検層データ一覧表, 下: 検層データ表)

検層データ一覧表(2008年2月12日現在)

データ識別コード	岩種 (岩相)	深度	測定値										計算値						品質
			Vp	Vs	比抵抗			密度	自然放射能	中性子 間隙率	孔径	M	G	ポアソン比	間隙率 (密度)	間隙率 (比抵抗)	粘土含有量 (自然放射能)		
					25cm	50cm	100cm												
																		Ω-m	
lt	砂質シルト岩	○	○	○				○	○	○	○	○	○	○	○			A	
HDR	花崗閃緑岩火山礫	○	○	○	○(LLS,LLD)			○	○	○	○	○	○	○	○			A	
Hslog	花崗岩(アダメロ岩)	○	○	○	○(Rt)			○			○	○	○	○	○			B	
TskGr	花崗岩	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○			A	
YmnTsC	凝灰質砂岩(破砕)	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○		○	B	
OtrAn	安山岩	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○		○	A	
OtrTb	凝灰角礫岩	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○		○	A	
SzkNSs	砂岩	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○		○	A	
SzkNcg	細礫岩	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○		○	A	
○：データあり																			
データの品質														A	高い				
														B	一部低いものを含				

○: データあり

データの品質	A	高い
	B	一部低いものを含

検層データ表(H19.2.8)

データ 識別 コード	岩種 (岩相)	深度	測定値										計算値						備考(文献など)
			Vp	Vs	比抵抗			密度	自然 放射能	中性子 間隙率	孔径	M	G	ボアソン比	間隙率 (密度)	間隙率 (比抵抗)	粘土含有 率(自然放射)		
					25cm	50cm	100cm												
					Ω-m	kg/m ³	CPS											%	
m	km/s	km/s																	
SzkNSs	細粒砂岩	57.5	2780	0.880	66	69	68	2490	0.78	118.7	19.2	1.9	0.444	12.35		24.14	鉱物密度2.7		
SzkNSs	細粒砂岩	58.5	2570	0.590	57	63	62	2500	2.49	124.4	16.5	0.9	0.472	11.76		77.74			
SzkNSs	細粒砂岩	59.5	2780	0.750	68	62	53	2520	1.09	124.3	19.5	1.4	0.461	10.59		33.86			
SzkNSs	細粒砂岩	60.5	2860	0.910	48	53	58	2520	0.58	119.4	20.6	2.1	0.444	10.59		17.87			
SzkNSs	細粒砂岩	61.5	2230	0.930	48	54	58	2570	1.66	78.2	12.8	2.2	0.395	7.65		51.72			
SzkNSs	細粒砂岩	62.5	2440	0.940	69	67	65	2520	3.1	92	15.0	2.2	0.413	10.59		96.87			
SzkNSs	細粒砂岩	63.5	2130	0.930	75	70	66	2530	1.53	79.4	11.5	2.2	0.382	10.00		47.65			
SzkNSs	細粒砂岩	64.5	2560	0.810	73	73	71	2530	2.06	75.2	16.6	1.7	0.444	10.00		64.26			
SzkNSs	細粒砂岩	65.5	3230	0.920	93	81	71	2520	1.02	75.4	26.3	2.1	0.456	10.59		31.66			
SzkNSs	細粒砂岩	66.5	2330	0.890	84	73	71	2510	2.32	74.4	13.6	2.0	0.415	11.18		72.41			
SzkNSs	細粒砂岩	67.5	2280	1.080	96	87	83	2530	1.47	70.9	13.2	3.0	0.355	10.00		45.77			
SzkNSs	細粒砂岩	68.5	2620	1.060	128	112	93	2530	2.27	69.2	17.4	2.8	0.402	10.00		70.85			

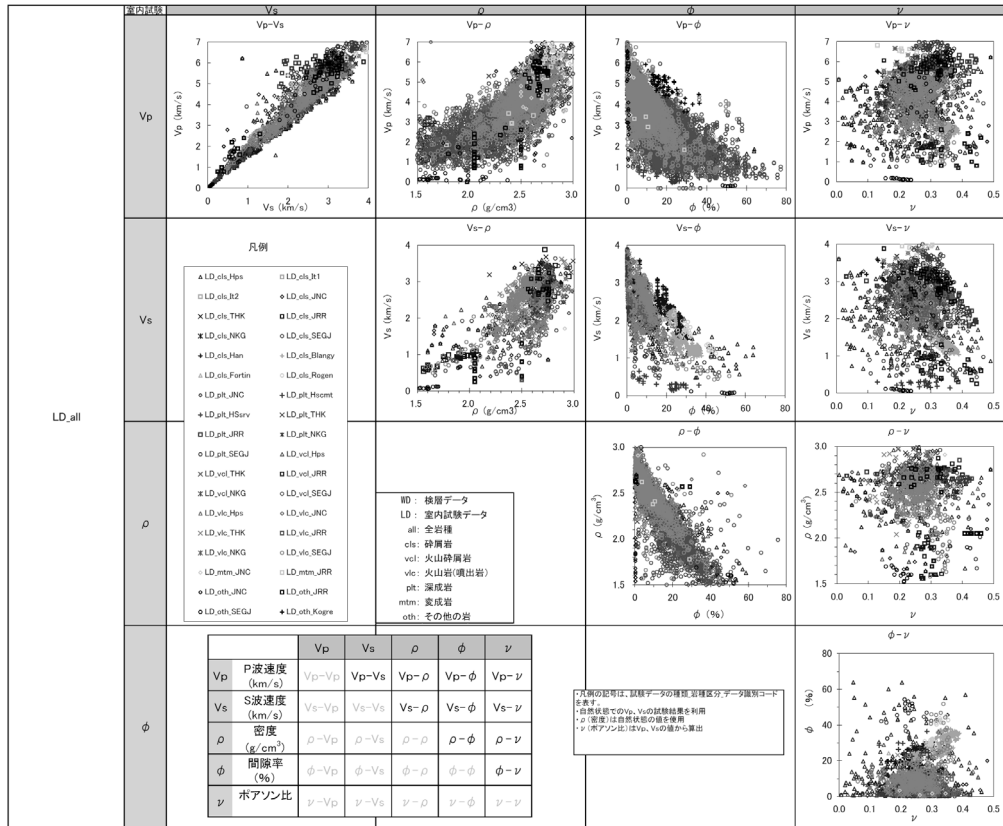


図4 相関図 (室内岩石試験) (PDF) 表示例

3.2 既往物性相関図一覧表と岩石モデル解析指針

相関図のカテゴリーからは既往物性相関図一覧表を、岩石モデルのカテゴリーからは岩石モデル解析指針（粒状媒質モデル）、岩石モデル解析指針（インクルージョンモデル）と岩石モデル総括表を、それぞれPDF ファイルとしてダウンロードできる（図5）。

データ種	データ
岩石モデル解析指針	粒状岩  解析指針
	結晶質岩  解析指針
岩石モデル総括表	 総括表

図5 岩石モデルダウンロード画面

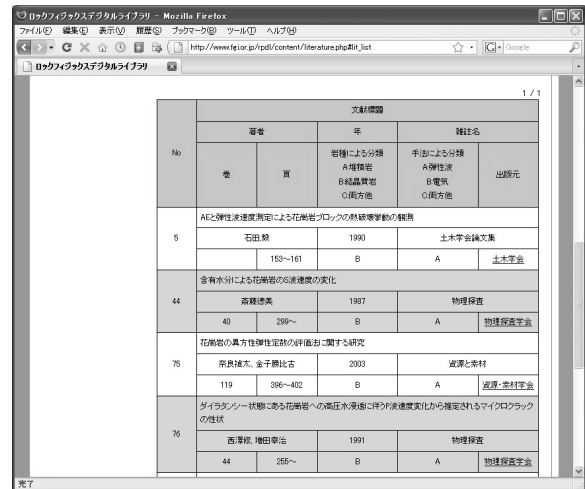
3.3 文献リスト

文献リストのページは検索画面とリストが表示される。検索可能な項目は、標題、著者、雑誌名、岩種分類（堆積岩(128 編)・結晶質岩 (69 編)・両方他(78 編)）、手法分類（弾性波 (210 編)・電気(43 編)・両方他(22 編)）、出版元、キーワード（文書内から指定キーワードを全文検索）、対象（国内文献のみ(104 編)・海外文献のみ(171 編)・全文献対象 (275 編)）である。各項目に設定した条件はAND で検索され、スペース区切りで OR 検索される(図6)。検索結果は、ウェブページにリストとして表示され、閲覧可能な場合は文献のタイトルのリンクから直接PDF ファイルをダウンロードできる(図7)。

各項目に複数の条件を設定する場合には、スペースで区切って値を設定してください

文献標題	花崗岩
著者	
雑誌名	
岩種分類	B: 結晶質岩
手法分類	A: 弾性波
出版元	
キーワード検索 (添付PDF内のみ)	
対象	☒ 全文献を対象とする ☐ 国内のみ ☐ 海外のみ

図6 文献リスト検索画面



No	著者		年	雑誌名	
	巻	頁		岩種による分類 A 堆積岩 B 結晶質岩 C 両方他	手法による分類 A 弾性波 B 電気 C 両方他
5	石田 繁		1990	土木学会論文集	
		153~161	B	A	土木学会
44	高橋 徳典		1987	物理探査	
	40	299~	B	A	物理探査学会
75	所長 誠志、金子 勝比古		2003	資源と材料	
	119	396~402	B	A	資源・材料学会
76	西澤 隆、増田 幸治		1991	物理探査	
	44	255~	B	A	物理探査学会

図7 文献リスト表示画面例

4. おわりに

RPDL V1.0 には、質の高いデータが収録できたと考えているが、データ数ならびに物性と工学量の両方が揃ったデータが少ないなど不十分な点が多い。またインターフェースに関しても機能的に使いにくい点があると思われる。今後一年程度を試行期間として、ユーザーからの意見やフィードバックをもらいながら改良を重ね完成版にしていく予定である。特に、岩石物性データについてはユーザーからも可能な限り提供してもらい、さらに充実したデータライブラリーにしていきたいと考えている。

謝辞

本ライブラリー (RPDL) は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託により、本研究所が実施した「平成 18 / 19 年度知的基盤創成・促進研究開発事業 / 地下利用・開発のための基盤技術としてのロックフィジックスの研究開発」の成果として製作した。

このデータベースには、いくつかの機関から提供をいただいたデータも含まれている。ここに記してデータを提供いただいた各機関に感謝の意を表する。

参考文献

Mavko, G., Mukerji, T., and Dvorkin, J. (1998): The Rock Physics Handbook, Cambridge university press.

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）（2006）：知的基盤創成・利用促進研究開発事業/地下利用・開発の為の基盤技術としてのロックフィジックスの研究開発, 平成 18 年度成果報告書, 10000981725, 69p. <http://www.tech.nedo.go.jp/WWWROOT/HOKOKUSYO/DOWNLOAD/10000981725.pdf>, (参照 2008-08-29).

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）（2007）：知的基盤創成・利用促進研究開発事業/地下利用・開発の為の基盤技術としてのロックフィジックスの研究開発, 平成 19 年度成果報告書,

高橋亨・田中荘一（2007）：地盤工学における物理探査データのロックフィジックスをベースにした解釈技術に関する研究－岩石物性データの収集と予備的解析－, 財団法人深田地質研究所年報, No.8, pp.109-129.