

令和6年能登半島地震 レポート2

耐震補強した

重要文化財の

かどみけ

旧角海家住宅 被害状況と

ホームズ君での検証



2011年耐震補強完了時



出典：重要文化財(建造物)旧角海家住宅保存活用計画(案)



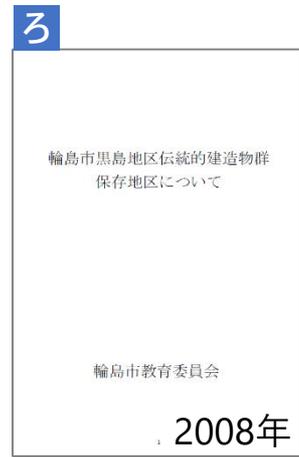
2024年地震直後



## 景観整備、まちづくりの施策等



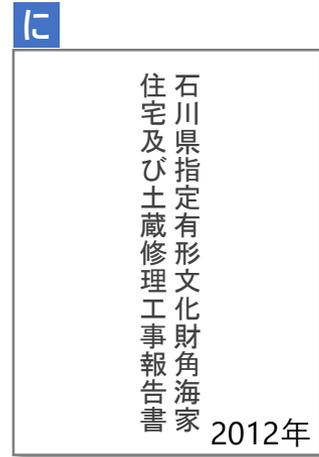
2015年  
輪島景観重点地区修景整備事業取扱指針  
＜輪島市＞



2008年  
輪島市黒島地区伝統的建造物群保存地区について  
＜輪島市教育委員会＞



2024年  
重要文化財(建造物)旧角海家住宅保存活用計画(案)  
＜輪島市＞



2012年  
石川県指定有形文化財角海家住宅及び土蔵修理工事報告書  
＜輪島市教育委員会＞



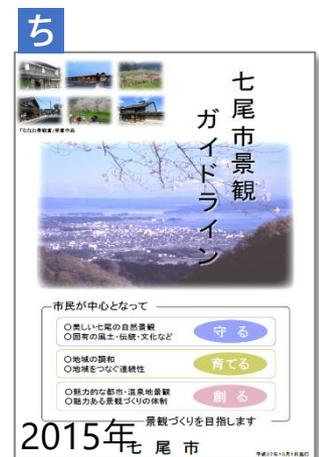
2020年  
輪島市マリンタウン住宅用地の分譲について  
＜輪島市＞



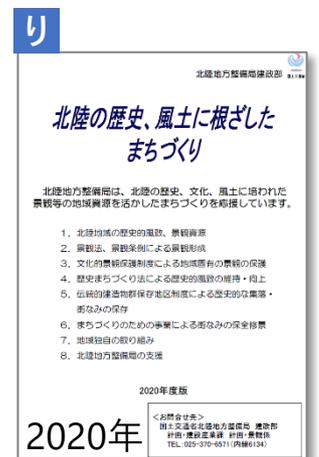
2007年  
能登ふるさと住まい・まちづくり支援事業 概要  
＜石川県＞



2008年  
能登ふるさとモデル住宅  
／門前町道下  
＜石川県＞



2015年  
七尾市景観ガイドライン  
＜七尾市＞



2020年  
北陸の歴史、風土に根ざしたまちづくり  
＜富山県＞



2015年  
能登の里山里海景観の保全  
＜石川県＞



は

## 国指定重要文化財 旧角海家住宅

出典:「重要文化財(建造物)旧角海家住宅保存活用計画(案)」令和6(2024)年3月 輪島市  
[https://www.city.wajima.ishikawa.jp/docs/2013040200024/file\\_contents/juyobunkazai.pdf](https://www.city.wajima.ishikawa.jp/docs/2013040200024/file_contents/juyobunkazai.pdf)

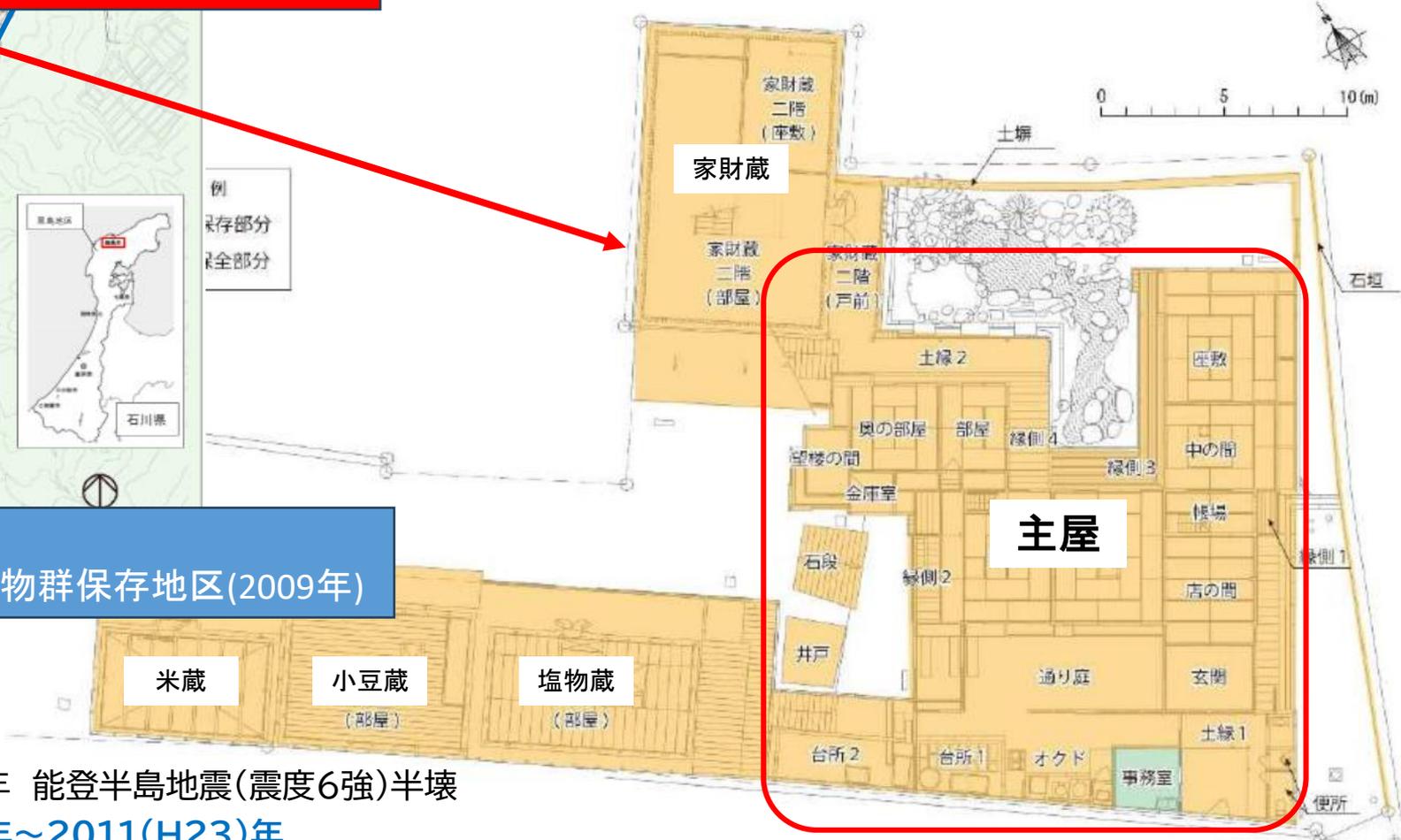


旧角海家住宅  
(2016年重要文化財指定)

例  
保存部分  
保全部分



輪島市黒島地区  
重要伝統的建築物群保存地区(2009年)



- 2007(H19)年 能登半島地震(震度6強)半壊
- 2009(H21)年~2011(H23)年 耐震補強を含めた保存修理工事

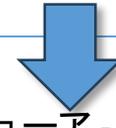
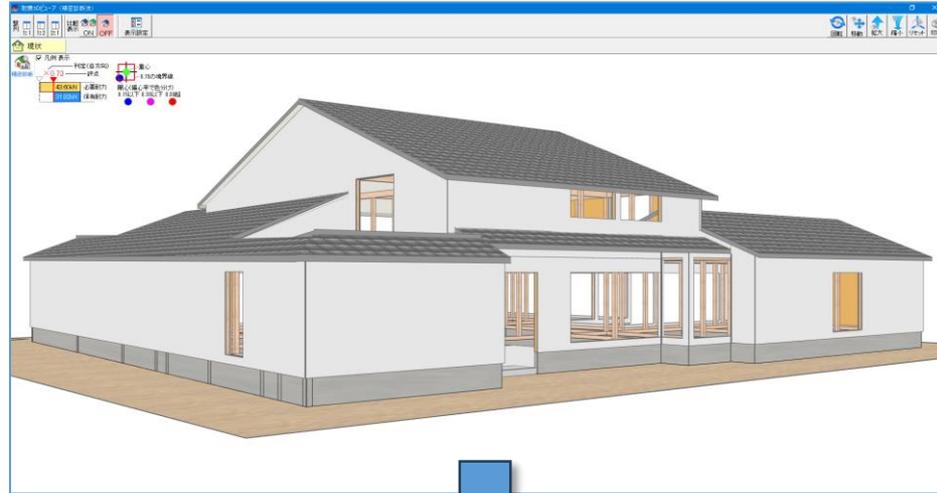


## 主屋の外観・イメージ

実際の写真

「耐震診断Pro」耐震3Dビューア

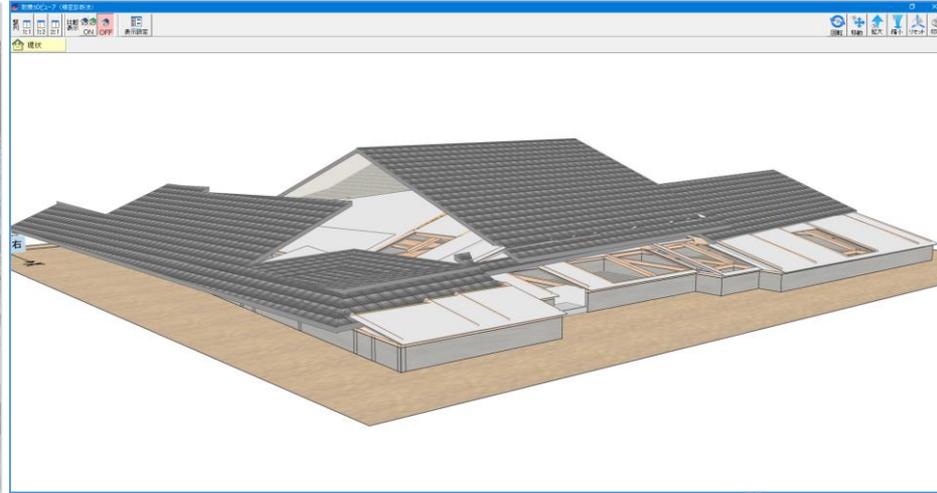
震災前



震災後



「耐震診断Pro」耐震3Dビューア - 地震被害想定



# 令和6年能登半島地震 被災状況





## 重要文化財 概要

### ■概要

- 名称 : 旧角海家住宅
- 所在地: 石川県輪島市門前町黒島町
- 指定日: 2016(H28)年7月25日
- 対象 : 主屋、家財蔵、塩物蔵、小豆蔵、米蔵 の5棟
- 主屋 : 木造、建築面積約330㎡、棧瓦葺  
一部二階建て、一部地下一階

出典: 「重要文化財(建造物)旧角海家住宅保存活用計画(案)」令和6(2024)年3月 輪島市  
[https://www.city.wajima.ishikawa.jp/docs/2013040200024/file\\_contents/juyobunkazai.pdf](https://www.city.wajima.ishikawa.jp/docs/2013040200024/file_contents/juyobunkazai.pdf)

### ■経緯等

- 1872(M 5)年 建築
- 1972(S47)年 県の有形文化財に指定
- 2007(H19)年 能登半島地震(震度6強)半壊
- **2009(H21)年~2011(H23)年**  
**耐震補強を含めた保存修理工事**
- 2009(H21)年 黒島地区が「重要伝統的建造物群保存地区」に選定
- **2016(H28)年 国の重要文化財に指定**
- 2024(R 6)年 能登半島地震(震度7)により主屋が全壊



出典: 重要文化財(建造物)旧角海家住宅保存活用計画(案)

2009(H21)年~2011(H23)年

## 耐震補強を含めた保存修理工事の概要

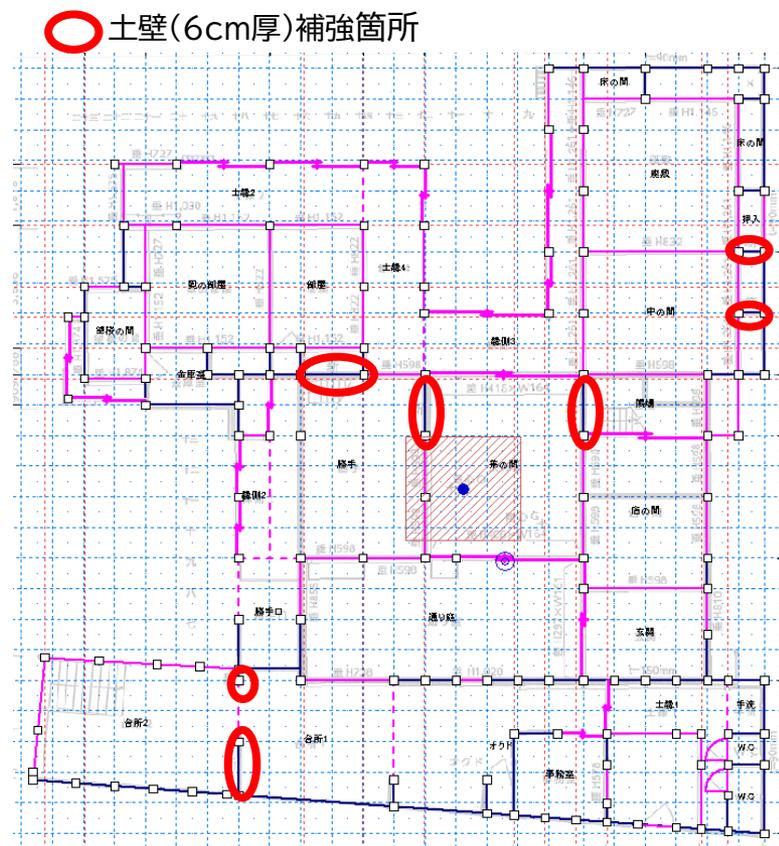
出典:「石川県指定有形文化財角海家住宅及び土蔵修理工事報告書」  
2012(H24)年3月 輪島市教育委員会文化課(国立国会図書館所蔵)

### ■保存修理工事方針

- 部材は可能な限り再利用する
- 新補材は当初の仕様にならって施工する
- 意匠に差し障りないものは添え柱を設ける
- 当初材を努めて残す

### ■修理、補強箇所

- 耐力上必要な7箇所<sup>①</sup>に土壁(6cm厚)で補強
- 構造材(梁・桁)の補強
- 令和5年7月シロアリ被害のあった床板、根太の修理を実施
- 支持地盤までの杭補強



## 耐震改修前後の耐震性能評価

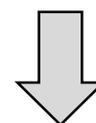
出典:「石川県指定有形文化財角海家住宅及び土蔵修理工事報告書」  
2012(H24)年3月 輪島市教育委員会文化課(国立国会図書館所蔵)

### 設計目標値

<b>損傷限界変形角</b> <small>(稀に発生する地震に対して)</small>
1/120rad以下
<b>安全限界変形角</b> <small>(極めて稀に発生する地震に対して)</small>
1/15rad以下

### 耐震改修前(2009年)の評価

	桁行方向(rad)			梁間方向(rad)		
	損傷限界	安全限界	判定	損傷限界	安全限界	判定
2階	1/214	1/36	OK	1/228	1/24	OK
1階	1/100	1/12	NG	1/158	1/16	OK



### 耐震改修後(2011年)の評価

	桁行方向(rad)			梁間方向(rad)		
	損傷限界	安全限界	判定	損傷限界	安全限界	判定
2階	1/235	1/50	OK	1/242	1/40	OK
1階	1/128	1/21	OK	1/167	1/27	OK

# ホームズ君「耐震診断Pro」 を使った上部構造評点の検証

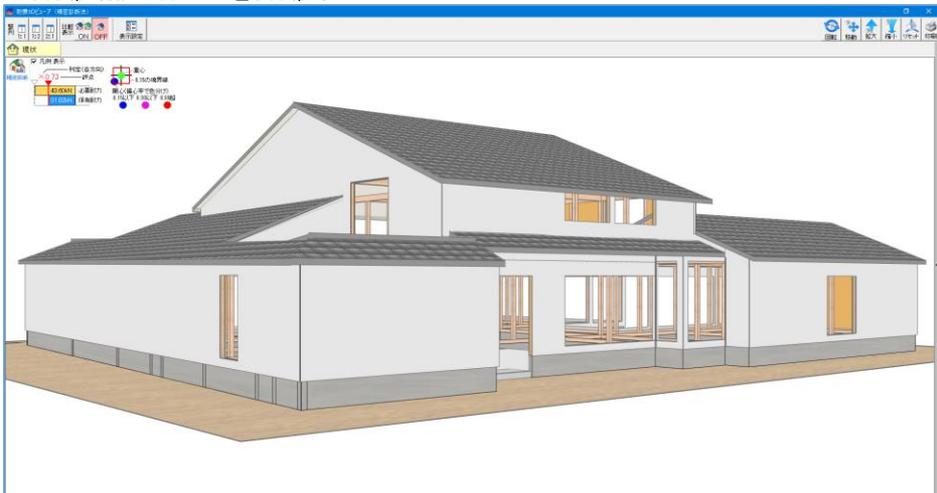


## 耐震診断評点(試算)結果

- ホームズ君「耐震診断Pro」で試算  
実際の写真



### 「耐震診断Pro」耐震3Dビューア



出典:重要文化財(建造物)旧角海家住宅保存活用計画(案)

### 「耐震診断Pro」耐震3Dビューア - 地震被害想定

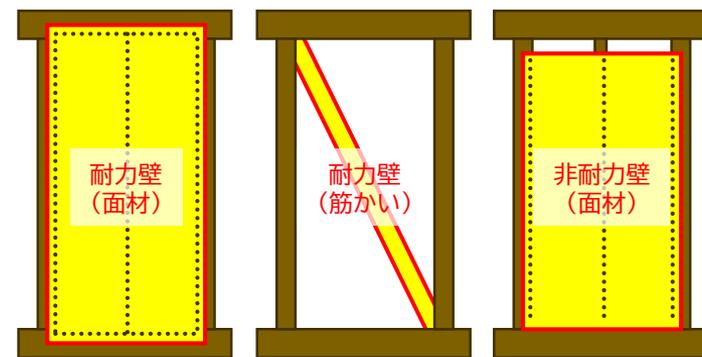


	X	Y
2階	0.52	0.52
1階	0.30	0.30

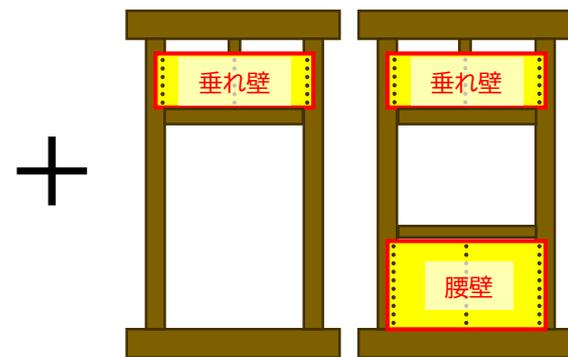
上部構造評点

# 精密診断法1 「方法1」「方法2」の概要

- 方法1: 壁を主な耐震要素とする住宅  
【在来軸組構法】【杵組壁工法】



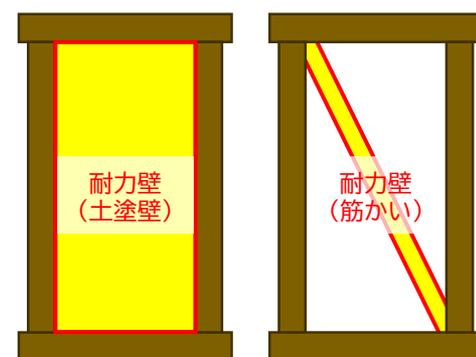
無開口壁の耐力



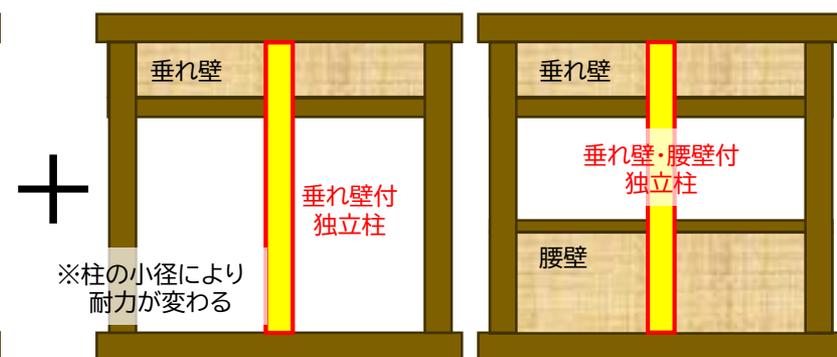
有開口壁の耐力

出典: (一財)日本建築防災協会  
木造住宅の耐震診断と補強方法2012年版

- 方法2: 太い柱や垂れ壁を主な耐震要素とする住宅  
【伝統的構法】



無開口壁の耐力



垂れ壁・腰壁付き独立柱の耐力

出典: (一財)日本建築防災協会  
木造住宅の耐震診断と補強方法2012年版

※柱の小径により  
耐力が変わる

## 精密診断法2「限界耐力計算による方法」概要

【上部構造評点】=  $\frac{\text{【安全限界耐力】 } Q_{si}}{\text{【作用する地震力】 } Q_{sni}}$

1.5以上	倒壊しない
1.0～1.5	一応倒壊しない
0.7～1.0	倒壊する可能性がある
0.7未満	倒壊する可能性が高い



### 【作用する地震力】

建築基準法施行令82条の6の五のハに準じて求める

$Q_{sni} = \Psi_{si} \times S_{ao} \times m_i \times B_{si} \times F_h \times Z \times G_s$   
(Psi)



### 【安全限界耐力】

$Q_{si}$  荷重変形関係曲線(安全限界用)の最大荷重点

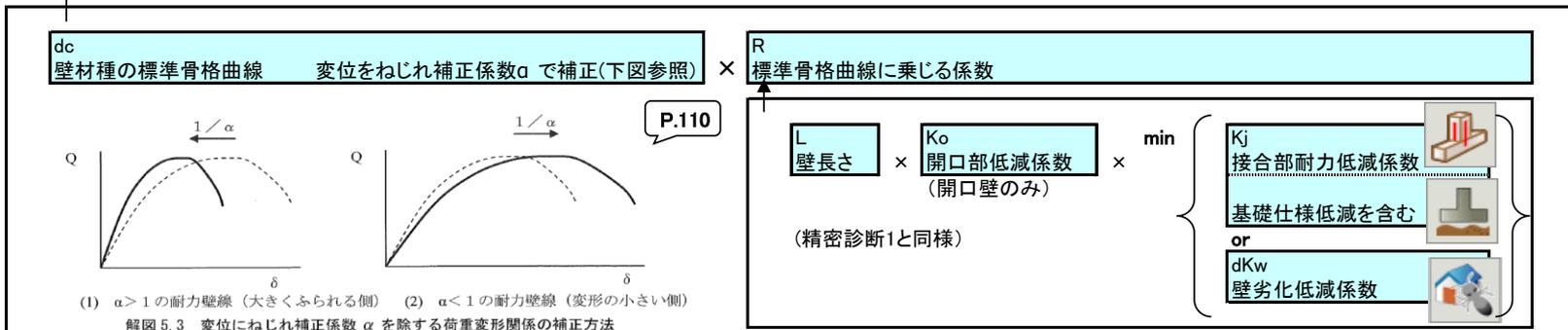
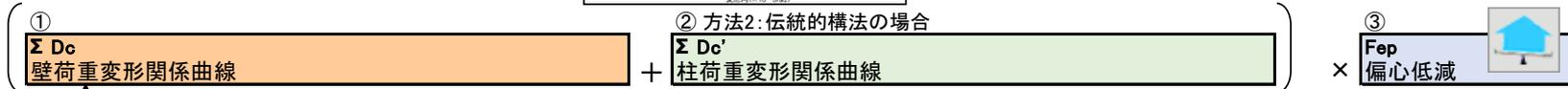
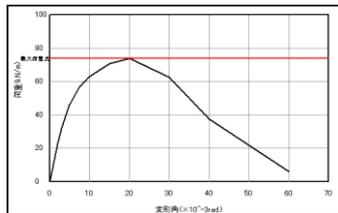
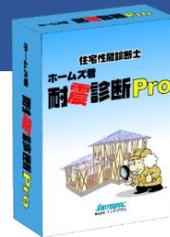


図 5.3 変位にねじれ補正係数  $\alpha$  を除する荷重変形関係の補正方法



## ホームズ君での試算の入力条件

以下の条件で、ホームズ君「耐震診断Pro」を使って試算

### ▼入力条件

- ・建物重量 : 非常に重い建物
- ・無開口壁(標準) : 土塗壁5.5~7cm (2.8kN/m 壁倍率1.0倍相当)
- ・無開口壁(外壁の一部) : 土塗壁9cm以上 (3.9kN/m 壁倍率1.5倍相当)
- ・垂壁・腰壁 : 土塗壁5.5~7cm (垂れ壁の高さに応じて戸や窓で入力)
- ・柱 : 杉 9~12cm角、13.5~15cm角 (半数ずつ)
- ・柱頭柱脚接合部 : 短ほぞ差し (IV)
- ・基礎 : その他の基礎 (III)
- ・積雪 : 多雪区域 (1.0m)
- ・軟弱地盤割増 : なし
- ・地震地域係数Z : 0.9 (輪島市)
- ・劣化 : なし

### ▼計算方法 (以下の①~③で試算)

#### 精密診断法1

①方法1 : 耐力壁構造の場合 (在来軸組構法)

②方法2 : 垂壁付き独立柱の多い構造の場合 (伝統的構法)

#### 精密診断法2

③限界耐力計算による方法

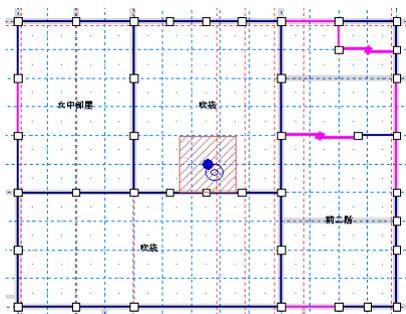




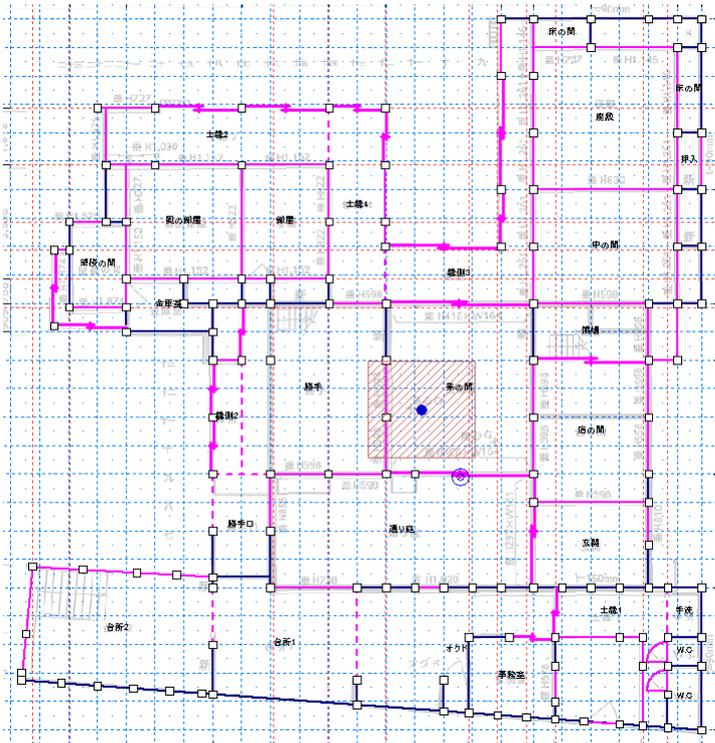
## 耐震診断評点 試算結果

・ホームズ君「耐震診断Pro」で試算

2階



1階



### ①精密診断法1 方法1(在来軸組構法)

	X	Y
2階	0.53	0.52
1階	0.31	0.31

### ②精密診断法1 方法2(伝統的構法)

	X	Y
2階	0.52	0.52
1階	0.30	0.30

### ③精密診断法2 限界耐力計算 方法2

	X	Y
2階	0.33	0.32
1階	0.28	0.29



## 「耐震3Dビューア」

耐震3Dビューア (精密診断法)

整理 1:1 1:2 2:1 比較表示 ON OFF 表示設定

回転 移動 拡大 縮小 リセット 印刷

現状

凡例表示

- 判定(各方向)
- 評点
- 必要耐力
- 保有耐力
- 重心
- 0.15の境界線
- 剛心(偏心率で色分け)
- 0.15以下 0.30以下 0.30超

精密診断

×0.73

43.60kN 必要耐力

31.82kN 保有耐力

通常時 地震被害想定

振動アニメーション

地震方向

X方向 Y方向

START 保存

上部構造評点

偏心率

耐力壁(外壁) 補強

耐力壁(内壁) 補強

筋力い/制振装置 補強

柱金物 補強

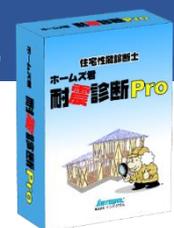
基礎 補強

	X方向	Y方向
3階		
2階	×0.47	×0.47
1階	×0.27	×0.27

精密診断 総合評価

× 倒壊する可能性が高い

左前



## 精密診断法1の計算結果

### ①方法1 (在来軸組構法)

### ②方法2 (伝統的構法)

必要耐力(Qr) 建築基準法施行令に準じて求める方法

階	支持重量 (kN) Wi	地震地域係数 Z	層せん断力係数 Ci 振動特性係数 Rt	標準せん断力分布係数 Ai	標準せん断力係数 C0	調整係数	地盤割増 β	必要耐力割増 γ	必要耐力 Qr
3									
2	489.84	0.90	1.00	1.39	1.00	0.20	1.00	1.00	122.56
1	1828.89	0.90	1.00	1.00	1.00	0.20	1.00	1.00	329.21

必要耐力  $Q_r = W_i \times Z \times R_t \times A_i \times C_0 \times 0.2 \times \beta \times \gamma$

①【支持重量 Wi】 >>> 詳細 帳票 3. 建物重量の計算  
 ②【地震地域係数 Z】 告示1793号に定められた地震係数(多くの地域が)  
 ③【振動特性係数 Rt】 告示1793号に定められた計算式による。建物の面  
 $R_t = 1$  (T < Tcの場合)  
 $R_t = 1 - 0.2 \times (T/Tc - 1)^2$  (Tc <= T < 2Tcの場合)  
 $R_t = 1.8 \times Tc / T$  (2Tc <= Tの場合)

2階	X	0.53	Y	0.52
1階	X	0.31	Y	0.31

④【層せん断力分布係数 Ai】  $A_i = 1 + (1/\sqrt{\alpha_i - \alpha_i}) \times 2T / (1 + 3T)$   
 ⑤【標準せん断力係数 C0】 令第88条に規定する定数 1.0  
 ⑥【調整係数】 大地震動時の地震力と耐力要素の評価値を整合させるための係数  
 ⑦【地盤割増 β】 軟弱な地盤 -1.5 それ以外 -1.0  
 ⑧【必要耐力割増 γ】 診断者の判断により荷重や床面積を割増して考慮する

必要耐力(Qr) 建築基準法施行令に準じて求める方法

階	支持重量 (kN) Wi	地震地域係数 Z	層せん断力係数 Ci 振動特性係数 Rt	標準せん断力分布係数 Ai	標準せん断力係数 C0	調整係数	地盤割増 β	必要耐力割増 γ	必要耐力 Qr
3									
2	489.84	0.90	1.00	1.39	1.00	0.20	1.00	1.00	122.56
1	1828.89	0.90	1.00	1.00	1.00	0.20	1.00	1.00	329.21

必要耐力  $Q_r = W_i \times Z \times R_t \times A_i \times C_0 \times 0.2 \times \beta \times \gamma$

①【支持重量 Wi】 >>> 詳細 帳票 3. 建物重量の計算  
 ②【地震地域係数 Z】 告示1793号に定められた地震係数(多くの地域が)  
 ③【振動特性係数 Rt】 告示1793号に定められた計算式による。建物の面  
 $R_t = 1$  (T < Tcの場合)  
 $R_t = 1 - 0.2 \times (T/Tc - 1)^2$  (Tc <= T < 2Tcの場合)  
 $R_t = 1.8 \times Tc / T$  (2Tc <= Tの場合)

2階	X	0.52	Y	0.52
1階	X	0.30	Y	0.30

④【層せん断力分布係数 Ai】  $A_i = 1 + (1/\sqrt{\alpha_i - \alpha_i}) \times 2T / (1 + 3T)$   
 ⑤【標準せん断力係数 C0】 令第88条に規定する定数 1.0  
 ⑥【調整係数】 大地震動時の地震力と耐力要素の評価値を整合させるための係数  
 ⑦【地盤割増 β】 軟弱な地盤 -1.5 それ以外 -1.0  
 ⑧【必要耐力割増 γ】 診断者の判断により荷重や床面積を割増して考慮する

保有耐力(edQu)

階	方向	保有耐力(修正前) (kN) Qu	剛性率による低減係数 Fs	偏心率と床仕様による低減係数 Fe	保有耐力 (kN) edQu
3	X				
3	Y				
2	X	65.22	1.00	1.000	65.22
2	Y	64.58	1.00	1.000	64.58
1	X	124.99	1.00	0.833	104.11
1	Y	103.08	1.00	1.000	103.08

保有耐力  $edQu = \text{保有耐力(修正前)} \times \text{剛性率による低減係数 } F_s \times \text{偏心率と床仕様による低減係数 } F_e$

①【保有耐力(修正前)】 = 無開口壁耐力  $Q_{w0}$  + 開口壁耐力  $Q_{w0}$   
 ※壁耐力 = 「基準耐力  $F_w$ 」 × 「有効長さ」 / 「開口低減係数  $K_o$ 」 × 「その他の低減係数」の積の総和  
 開口壁耐力は、開口低減係数=1.0として算出

②【剛性率による低減係数】(Fs)  
 ③【偏心率と床仕様による低減係数】(Fe)

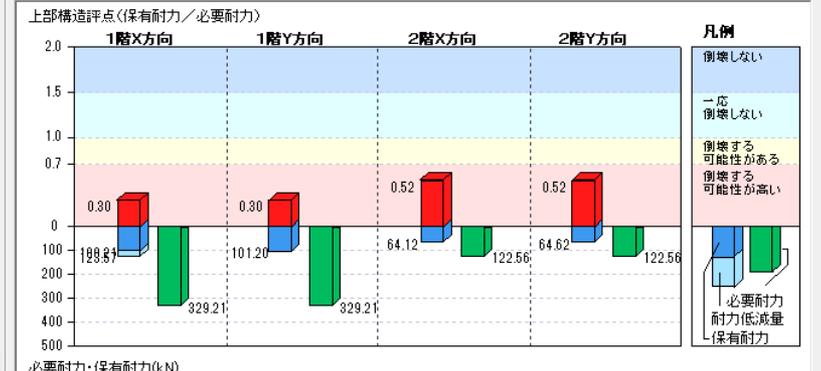
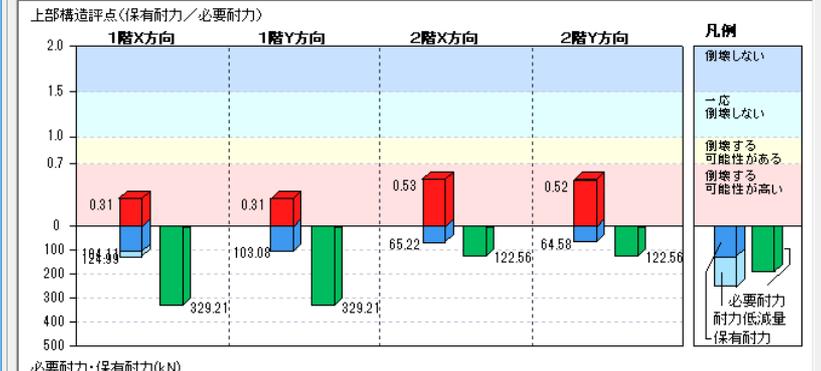
保有耐力(edQu)

階	方向	無開口壁耐力 (kN) Qw	垂壁付き独立柱耐力(kN) dQc + wQc	保有耐力(修正前) (kN) Qu	剛性率による低減係数 Fs	偏心率・床仕様による低減係数 Fe	保有耐力 (kN) edQu
3	X						
3	Y						
2	X	64.12	0.00	64.12	1.00	1.000	64.12
2	Y	62.92	1.70	64.62	1.00	1.000	64.62
1	X	122.23	1.34	123.57	1.00	0.811	100.21
1	Y	97.35	3.85	101.20	1.00	1.000	101.20

保有耐力  $edQu = \text{保有耐力(修正前)} \times \text{剛性率による低減係数 } F_s \times \text{偏心率と床仕様による低減係数 } F_e$

①【保有耐力(修正前)】 = 無開口壁耐力  $Q_w$  + 垂壁付き独立柱の耐力  $dQ_c$  + 垂壁・腰壁付き独立柱の耐力  $wQ_c$   
 垂壁付き独立柱の耐力  $dQ_c = \text{「垂壁付き独立柱基準耐力 } dF_c \text{」} \times \text{柱の強化低減係数 } dK_c$  の積の総和  
 垂壁・腰壁付き独立柱の耐力  $wQ_c = \text{「垂壁・腰壁付き独立柱基準耐力 } wF_c \text{」} \times \text{柱の強化低減係数 } dK_c$  の積の総和

②【剛性率による低減係数】(Fs)  
 ③【偏心率と床仕様による低減係数】(Fe)





## 精密診断法1 ①方法1、②方法2の傾向

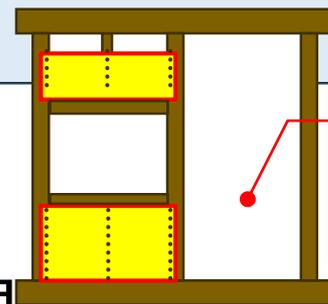
### ①方法1の保有耐力計算結果

		保有耐力		
		無開口壁	有開口壁	合計
2階	X	64.12	1.10	65.22
	Y	64.03	0.55	
1階	X	122.23	2.76	124.99
	Y	97.35	5.73	

耐力が低い

有開口壁(垂れ壁・腰壁)の耐力が低い要因

1. 耐力を持つ無開口壁に接していない(耐力は0)
2. 連続する開口幅が長い(3.0m分しか考慮できない)



ここに壁がないと、左の壁の耐力が0になってしまう

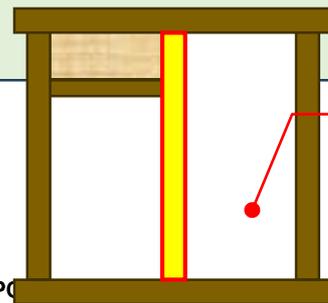
### ②方法2の保有耐力(修正前)計算結果

		保有耐力		
		無開口壁	柱	合計
2階	X	64.12	0.00	64.12
	Y	62.92	1.70	
1階	X	122.23	1.34	123.57
	Y	97.35	3.85	

耐力が低い

柱(垂れ壁・腰壁付き独立柱)の耐力が低い要因

1. 大半が柱小径が9~12cmの柱(耐力は0となる)
2. 柱の片側に垂れ壁・腰壁がない(耐力は0となる)



ここに壁がないと、垂れ壁付き独立柱の耐力が0になってしまう

# 参考：重要文化財(建造物)耐震診断指針

## 文化庁資料

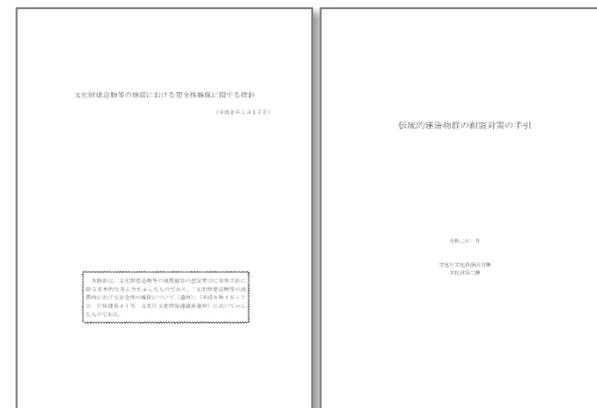
- 文化財建造物等の地震時の安全性確保に関する指針 1996(平成8)年1月17日
- 重要文化財(建造物)耐震診断指針 2012(平成24)年6月21日改正
- 重要文化財(建造物)耐震予備診断実施要領 2012(平成24)年6月12日改正
- 重要文化財(建造物)耐震基礎診断実施要領 2012(平成24)年6月12日改正
- 重要文化財(建造物)耐震診断・耐震補強の手引(改訂版)2017(平成29)年3月
- 伝統的建造物群の耐震対策の手引 2020(令和2)年1月

### ■読売新聞 (2024年3月30日)

国交省が地域ごとの耐震基準を算出する「地震地域係数」の見直しを検討しており、文化庁はこれらの議論を踏まえ、24年度以降に指針や実施要領、手引の見直しの方向性を示す考えだ。

### ■日本経済新聞 (2024年5月1日)

文化庁は能登半島地震を受け、国宝や重要文化財に指定された建造物の耐震補強指針に課題がないかどうか検証を始めた。有識者を交え、対策強化を検討する。2024年度中をめぐりに一定の方向性を示す考えだ。



出典：文化庁webサイト  
文化財建造物の耐震対策の手引き

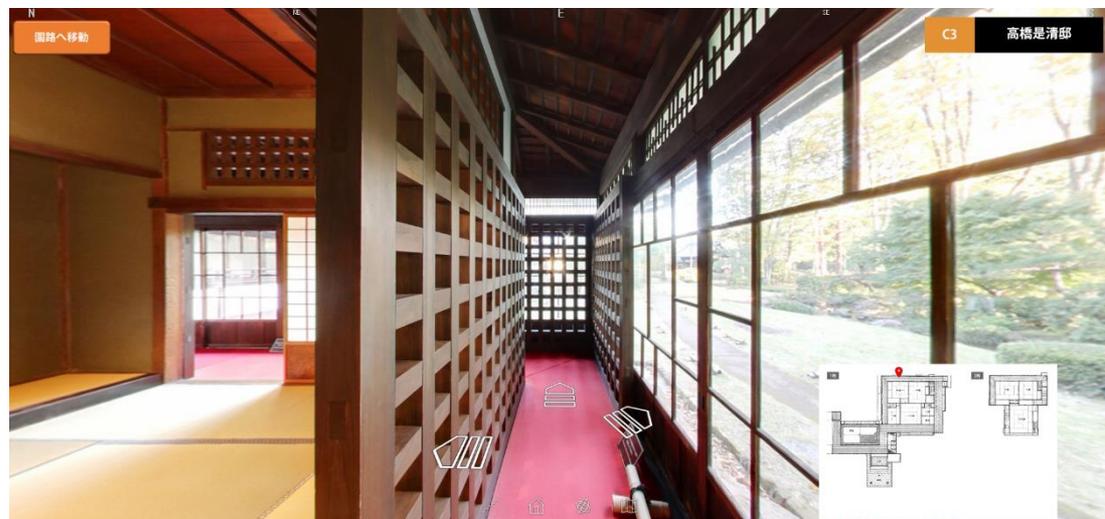
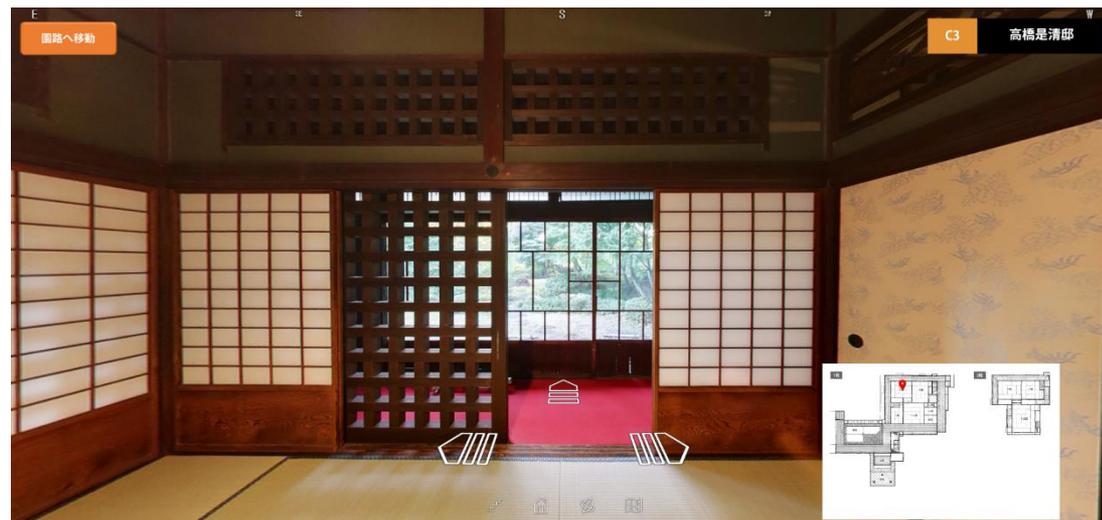
# まとめ

- ホームズ君「耐震診断Pro」で検証を行った結果、精密診断法1の「方法1」「方法2」、精密診断法2の「限界耐力計算」のいずれも、「倒壊する可能性が高い」という結果(0.28~0.31)であった。
- 重要文化財のため、使用できる耐震補強工法に制限や制約があるため、十分な補強が困難であったと考えられる。
- 「重要文化財(建造物)耐震診断指針」の見直しとともに、耐震診断基準における伝統的構法のような開口が多い建物の評価方法の見直しが急がれる。
- 重要文化財や伝統的構法建築物において、意匠性、施工性に優れた使いやすい耐震補強工法の選択肢を増やすことが急務と考える。

# 参考：伝統的構法の耐震補強例

## ▼格子壁での補強

- ・江戸東京たてもの園「高橋是清邸」



- ・格子壁は、建築基準法では、「壁倍率1.0」
- ・意匠を損なわず、室内に光を取り入れ耐震性を向上。

出典：江戸東京たてもの園webサイト

## 令和6年 能登半島地震 調査レポート

2024年07月23日

※記載内容の複写、複製(コピー等)を禁じます

【著作 / 発行】



**INTEGRAL**<sup>®</sup>

株式会社インテグラル  
株式会社インテグラルテクノロジー  
茨城県つくば市学園南2-7  
電話: 029-850-3331