

平成 22 年度地域木造住宅市場活性化推進事業採択案件

実験モデル住宅の技術課題検証報告書

平成 25 年 4 月

作成者名：都市部に杉の外壁を持つ木造住宅を建てる会「国木（くにき）会」

平成22年度地域木造住宅市場活性化推進事業採択案件

実験モデル住宅の技術課題検証報告書

平成25年 4月
国木会 代表 伊佐 裕

1. はじめに

この度は、「平成22年度地域木造住宅市場活性化推進事業」に採択いただき、補助金の交付を受けて建設しました「実験モデル住宅」の取壊しをおこないますので、本事業終了時に報告いたしました「成果報告書」に基づき、ここに、この実験モデル住宅の竣工から現在に至るまでに行ってまいりました経年変化の観察結果について、ご報告いたします。

報告は、以下の2~6項までを「I. 本論」とし、実際の経年変化の観察結果の詳細報告となる7、8項を「II. 経年変化観察の詳細編」とした二部構成で取りまとめております。

I. 本論

2. 「平成22年度地域木造住宅市場活性化推進事業」採択時の事業名等

1) 事業名

都市部準防火地域に「杉の外壁を持つ国産木造住宅」の企画・開発による普及促進事業

2) 事業実施期間

平成22年 6月 ~ 平成23年 2月

3) 事業主体

都市部に杉の外壁を持つ木造住宅を建てる会 「国木(くにき)会」

3. 「成果報告書」における実験モデル住宅の概要

本事業終了時に報告いたしました成果報告書に基づき、完了した実験モデル住宅の事業内容と、引き続き経年変化を観察していくとしました事業について、以下の通りご報告します。

1) 「成果報告書」における実験モデル住宅の事業

(1) 実験モデル住宅建設と技術課題検証、仕様書作成

実験モデル住宅は、平成22年12月に着工し、平成23年2月に完成した。使用したすべての杉材は森林認証材を指定し、外壁材を含む板類、造作材、羽柄材、土台の乾燥は地熱乾燥によった。出荷された木材は含水率、強度とともに規定の範囲内にあり、良好であった。

次に、外壁材不燃杉板の品質については、稀に見る豪雪の影響もあり、薬剤含浸に大きなばらつきが見られ、厳寒期の薬剤の液温管理や含浸時間管理に問題を残した。「過注入」と思われる数枚には着荷時点から木口面や木端や角に白華現象が現れたものが散見され、低温であったためか白華した部分は固く、水拭き等では簡単に拭き取ることができなかった。また、製品加工後に不燃薬剤を浸漬し乾燥させる方法を取ったが、一部の出荷材に幅方向の誤差や浸漬時の桟木の跡、木肌の粗さなど、精度と仕上がりに問題を残した。なお、「小国杉」は不燃薬剤含浸に対し、特に問題が無いことが確認された。

外壁は全面杉板張りとして、「下見板張り」、無色系塗料色塗装仕上とした。自己評価ではある

が、遠景、近景共に概ね「良い」とする結果が得られた。外壁以外の柱、梁、土台、床板、階段、造作材等の主要部位・部材の初期性能と施工性を確認したが、表面割れ、内部割れとも目立った点は無く、反りや狂いも発生せず、色、艶共に良好であった。

このような実験結果に基づき、国産木材を使用した標準材料選定の基本方針を定め、「杉の外壁を持つ国産木造住宅」の標準仕様書を作成した。

(2) 供給体制及び流通の検討

国産木材の利用を促進するに当たって、川上と川下の両者が中間流通の無駄を排し、ICTを活用したデータを交換して、遠隔地であっても直接連携する体制を整えた。また、優れた木材の供給地と建設現場は近接しているとは限らず、配送コストの合理化には、必要な材の数量と納期を正確に確定させて、一括して配送することが必要になる。そのためには、需要側の正確な設計と、工程や保管スペースなどの現場管理が重要であり、CADや施工管理、情報共有ツール等のICT技術の利活用を進めていくこととした。

(3) 今後の取り組み

本事業を実施した国木会と協力グループの協力関係を維持継続させて、林業、加工、販売の六次産業モデルとして、上記の課題解決に引き続き取り組む。将来、住宅・建築に、外壁を含めて国産木材を豊富に利用することをシステムとして構築し、この趣旨への賛同者とともに普及活動を展開していくこととした。

2) 経年変化についての報告対象と内容

経年変化について、耐久性の検証を行う対象を下表の通りとした。特に、外壁不燃杉材についての狂いや暴れ、薬剤の溶脱、白華現象、土台については防蟻防腐処理を施さない杉赤身材を使用し、経年変化を観察することとした。

＜耐久性確認対象/確認事項一覧＞

以下の対象と確認事項について経年変化を観察する。

	対象または部位・部材			耐久性確認事項
	大分類	中分類	小分類	
1	不燃外壁	外壁	下見板張り/外壁全体	重ねの隙間、狂いや暴れ
2			コーナー納め	不均一な開きや狂い
3			長手継ぎ（端面納め）	継ぎ、合わせの狂い
4			上下水切り	特に下部の汚れ
5			溶脱や白華現象	溶脱、白華現象の発生
6			色、塗装	脱色や塗膜の剥がれ
7			釘による止め	不揃い、反りの発生
8			木表と木裏の違い	反り方の違い、反りの進行
9			扉 (暴露試験体)	雨掛け、日当たり等外壁と比較
10	主要部材	柱、梁	小国杉	表面割れの進行、色の変化
11		土台	小国杉赤身、防腐防蟻無	腐食、蟻害の進行
12		床材	小国杉/40mm、根太レス	隙間開き、反り、摩耗
13		造作材	小国杉/敷居、鴨居	反り、狂い、摩耗
14		階段段板	桜無垢材	反り、狂い、摩耗

(1) 不燃薬剤を含浸させた外壁材の溶脱と白華現象

乾燥方法による差異（溶脱の程度、木表木裏の反り、クリア塗装による耐候性での木材の色の変化（通常、灰色になっていく）、軒の出による雨掛かりの多少）等、耐候性について検証し、建物各面における日照の相違による経年変化を観察する。

(2) 防腐、防蟻処理を施さない土台

熊本県林業研究指導所による耐久性・耐蟻性試験の結果、杉の心材が檜心材に比べ耐久性・耐蟻性共に優れているとされていることから、土台は、「小国杉」心材（赤身材）を指定し、ヤクノシマと称する品種（末口 24 cm 約 70 年生）の芯持ち材を使用して、防腐・防蟻処理を行わず施工したが、この耐性について経年変化を観察する。

(3) 根太レスの床の経年変化観察

床は根太レスとして、厚さ 40 mm の小国杉板を使用した。伸縮による隙間の状況を 2 階床部分で採寸しながら観察する。

施工が極寒の冬季であったため、梅雨時、夏季の猛暑時における変化も確認する。

(4) 階段段板の無垢板の反りの程度の経年観察

各段板の中央部における反り具合を観察する。床板と同様、階段材の無垢板の反りの程度の経年変化を観察する。

4. 経年変化の検証

ここでは前項の経年変化を確認するとした事項の内、特に重要となる特記した（1）～（4）について観察結果の要点を示し、経年変化観察の詳細については、「II. 経年変化観察の詳細編」の中で、定期的な定点観察を 7 に、取壊し前の詳細観察を 8 に記す。

1) 不燃薬剤を含浸させた外壁材の溶脱と白華現象

II の「経年変化観察の詳細編」で個別かつ詳細に記すが、塗装による溶脱防止の困難さを痛感させられる結果であった。実験モデル住宅は道路側に前面空地を設けて開けており、南北面と西面の一部に隣家が近接している。軒の出は東西南北の各面とも凡そ 90cm としたが、雨水の当り具合は道路に面した東面が最も過酷である。溶脱と白華現象は雨水がかかり難く、陽光が当りにくい一部を除き、全体的に表面を覆うように白っぽく発生して、雨掛かりが多く、陽当りが強い東面と南面の一部には下見板上部の凹部に溶脱した薬剤が溜まって結晶化している。結晶化した薬剤はやや硬度があるが、擦ると容易に剥がれ落ち、強い降雨時には流されるようで、降雨後は目立たなくなる。

敷地境界に設けた黒色に塗装した木造堅羽目板塀と比較すると、無色系のクリア塗装を施した下見板張り外壁の方が全体的に溶脱や白華現象は目立ちにくいか、雨水の溜まり易い部分に発生する薬剤の結晶化する現象は、下見板張りの雨掛かりと陽当りが強い部分のみに発生した。

無色系のクリア塗装は、遠目では溶脱や白華現象がそれほど目立たないが、時間の経過とともに溶脱は進行しており、それは不燃性能の減衰を意味し、溶脱を抑える塗料の選択については、今後慎重な検討が必要である。



2) 防腐、防蟻処理を施さない土台の経年変化

土台には、小国杉ヤクノシマの心材（赤身材）を使用し、防腐・防蟻処理を行わずに施工して耐性について経年変化を観察したが、腐食・蟻害の形跡は全く見られなかった。

3) 根太レスの床の経年変化

床は根太レス工法として、使用した小国杉板厚さ 40 mmについて経年変化を観察した。板材相互間の隙き、反りや狂いは全く生じていない。1 階床の長手方向の突付け箇所も支障の無い状況であった。

4) 階段段板の無垢板の経年観察

段板中央部における反り具合を観察した。長手方向では、全 10 段の内 2 段が 1mm 弱の反り、短手方向では内 1 段が 0.5mm 程度の凹みがあったが、裸足で歩行しても感じられない程度であった。割れや変色も無く、杉無垢材の美しさと風合いがしっかりと保持されている。

5. その後の取り組みと活動

本事業の目的は、都市部、特に準防火地域に国産木材を外壁に使用した木造住宅の普及を促進することにある。この地域では外壁や軒裏に所定の防火性能が要求されることから、我々は国木会構成員が所持する防火構造である外壁工法（国土交通省大臣認定）をベースとして、杉材の品種選択や乾燥等の加工のあり方、不燃薬剤の含浸過程と仕上塗料の検討等を踏まえて実験モデル住宅を建設して確認し、耐久性の検証を行って長期にわたる耐久性の実現に資することが命題である。したがって、本事業完了後 2 年間の経年変化観察の結果だけでは、必ずしも所期の目的に沿うものではなく、並行して検討し続けてきた主な事項とその概要を以下に記す。

1) 不燃材メーカーの検討と塗装による溶脱防止の継続検討

国内における主要な不燃木材メーカーは十数社を数える。福井県下の某社は主として内装用の不燃木材を製造しているが、雨水に曝されることにより不燃薬剤が溶脱する現象は現在の技術では抑える方法が確立できておらず、不燃木材を外壁には使用できないとしており、その困難さを改めて痛感することになった。

一方、不燃木材の薬剤溶脱を防止する高性能の塗料の探索を進め、JR九州の「木を外装に使った車両」の苛酷な環境向けの高耐候難燃性塗料にたどり着き、耐候実験に着手した。

平成23年6月には、国土交通省が大臣認定を取得している不燃木材のサンプル調査を行った結果が公表され、調査された10社のうち9社の製品が「不適合」とされ、不燃木材として初期性能の信頼性に疑問を呈することとなった。これを機に、防火構造外壁の大臣認定取得のための認定試験は従来より厳格になって、燃焼実験だけではなく、薬剤処理をした木質系外装材には、耐久計画書の提出と、耐久性能を実証が求められることが予想されるようになった。

その後、国木会は上記の福井県下某社が提供する不燃木材に高耐候難燃性塗料を施し、暴露実験を実施するに至っている。暴露実験は、現在まで1年半が経過し、そのテストピースは実験モデル住宅の塗装に比べ艶と光沢があり、素材の持つ美しい木目が維持されている。

実験モデル住宅には全体的に白っぽく溶脱が発生していることに比べ、木目等に現れる白華現象は軽微で塗膜の中に留まっているが、板材固定のビスが塗膜を破った部分には白華現象が進行し、塗膜の外に染み出してきたことが認められる。この固定方法を工夫すれば、実験モデル住宅の塗装に比して優れていると評価できる。溶脱による白華現象を完全に抑え込むためには、更なる改良が求められ、経過観察を継続していく。



2) 薬剤処理による不燃木材に頼らない防火構造外壁の検討

これまで燃え移らないことと燃え抜けない防火構造外壁とするために、不燃木材を使用して「外壁そのものが燃えない」ことに拘り続けてきたが、最近、不燃化処理を施さない無垢の木材を外装とする防火構造が認定され、これは燃え代を確保して耐火時間30分以上(防火構造)をクリアして、大臣認定を取得したものと思われる。国木会の代表企業伊佐ホームズは、この先進的事例を研究して当該仕様の導入も視野に入れている。

3) 薬剤を使わない熱処理木材による防火構造外壁の検討

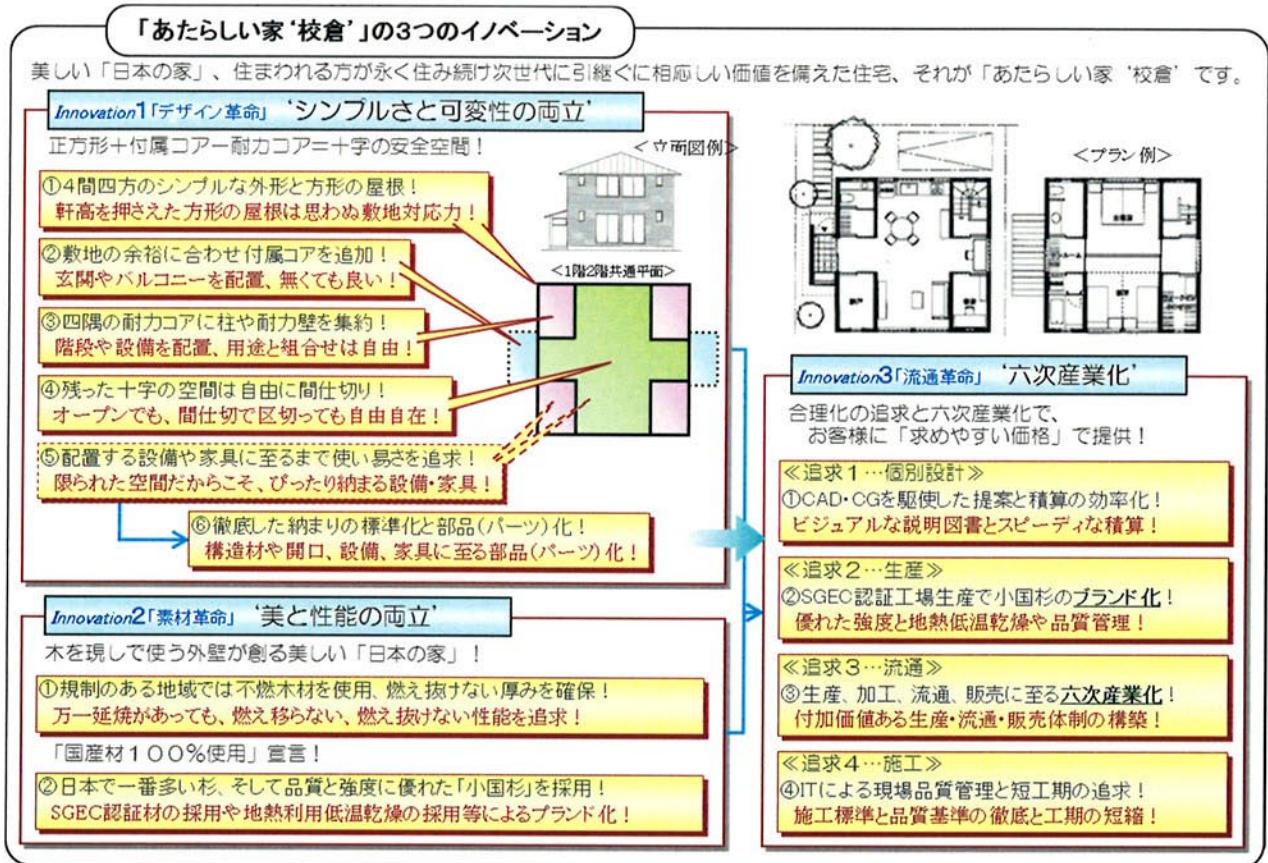
新しい木材の加工技術である180~240℃の高温で加熱処理した木材が、ヨーロッパを中心に研究・開発されてきた。処理木材の色は処理温度が高くなるにつれて重厚な暗褐色を呈して美しくなり、人や環境に対する安全性への要求が高まりつつある昨今、薬剤を使わない熱処理木材として関心が寄せられており、今後、国木会も防火構造外壁の外装材の一つとして検討していきたい。

4) 新しい木造住宅のあり方の提案

実験モデル住宅の建設、経年変化の観察、検証を通じて得られた技術的成果を活用して、「住宅の規格化、外壁のパネル化と工場生産化」等の検討を進める中で、当該事業でデザインコンペ審査委員長であった堀部安嗣氏と協同した新しい木造住宅の提案を行っている。同氏は、「日本の風景を良くしたい」として続けてきた家づくりを点として、さらにこれら線に、面へ広げていけば、

美しい街並みを創出する契機になるものとしている。本提案は「住宅および住宅の設計方法」として平成25年2月に特許取得に至っている。

今後、技術課題の追求と合わせ、「杉の外壁を持つ国産木造住宅」の普及促進に資するものと考える。そのコンセプトの概念図を下図に示す。



6. 最後に

ここまで、本事業完了後2年間にわたる経年変化の観察とその検証、そしてその後の活動について記してきました。期待通りの成果が得られなかった点も含まれますが、私たち国木会の目標は、日本の森林の再生、そして林業の復興、更に地球温暖化の防止にも繋がっていくもので、それは内需や地域経済の活性にも大きな意義を持つものと考えております。その目標を達成するために引き続き所期の目標を忘れず、忍耐強く継続して取り組んでいくことの重要性を改めて認識しております。

なお、本報告は、広く社会に周知いただくために、以下の方法で公開させていただきます。

＜公開方法＞

以下に示すアドレスの事業主体・国木会の代表企業・伊佐ホームズ（株）のウェブサイトから、国木会・上記報告書にアクセスして、閲覧させていただきます。

URL ; <http://www.isahomes.co.jp/>

II. 経年変化観察の詳細編

7. 定期的な定点観察と評価

耐久性確認対象とした部位の内、代表的な対象について、観測点を定め、竣工時から概ね半年毎の経過観察を行った結果を、以下に示す。

1) 竣工時

竣工時	
通し番号	1) 1
対象または部位	不燃外壁
位置	東面全景
撮影日	平成 23 年 3 月 8 日
耐久性確認事項	重ねの隙間、狂いや暴れ
経過観察	
問題無し	
	
通し番号	1) 2
対象または部位	不燃外壁
位置	東面近接 サッシ上 5 枚目より上 小国杉地熱乾燥材木表
撮影日	平成 23 年 3 月 8 日
耐久性確認事項	重ねの隙間、狂いや暴れ
経過観察	
問題無し	
	
通し番号	1) 3
対象または部位	不燃外壁
位置	南面 サッシ上 10 枚目より上 小国杉グリーン材
撮影日	平成 23 年 3 月 8 日
耐久性確認事項	重ねの隙間、狂いや暴れ
経過観察	
問題無し	
	

通し番号	1) 4	
対象または部位	不燃外壁	
位置	西面	
	小国杉地熱乾燥材木裏	
	メーター脇上	
撮影日	平成 23 年 3 月 8 日	
耐久性確認事項	重ねの隙間、狂いや暴れ	
経過観察		
問題無し		
通し番号	1) 5	
対象または部位	不燃外壁	
位置	北面	
	上越杉（節有り）	
	下より 30 枚目付近	
撮影日	平成 23 年 3 月 8 日	
耐久性確認事項	重ねの隙間、狂いや暴れ	
経過観察		
問題無し		
通し番号	1) 6	
対象または部位	不燃外壁長手継ぎ	
位置	南面継ぎ	
	サッシ上 3 枚目から 5 枚目	
	小国杉グリーン材	
撮影日	平成 23 年 3 月 8 日	
耐久性確認事項	継ぎ、合わせの狂い	
経過観察		
問題無し		

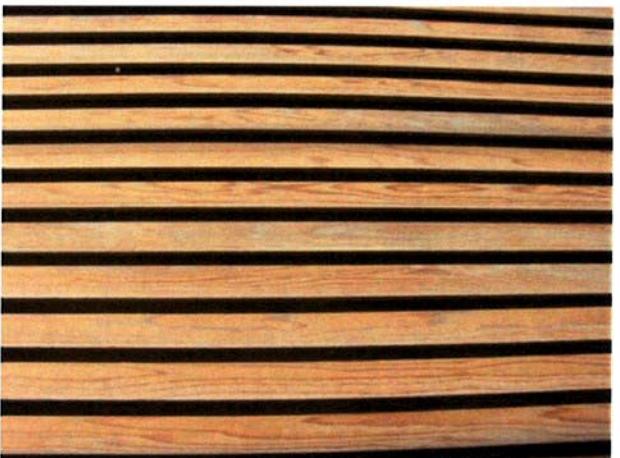
通し番号	1) 7	
対象または部位	不燃外壁長手継ぎ	
位置	北面継ぎ	
	下より 30 枚目付近	
	上越杉（節有り）	
撮影日	平成 23 年 3 月 8 日	
耐久性確認事項	継ぎ、合わせの狂い	
経過観察		
問題無し		
通し番号	1) 8	
対象または部位	不燃外壁コーナー納め	
位置	東南面コーナー	
	サッシ上 11 枚目より上	
撮影日	平成 23 年 3 月 8 日	
耐久性確認事項	不均一な開きや狂い	
経過観察		
問題無し		
通し番号	1) 9	
対象または部位	不燃外壁コーナー納め	
位置	西南面コーナー	
	電気メーター脇	
撮影日	平成 23 年 3 月 8 日	
耐久性確認事項	不均一な開きや狂い	
経過観察		
問題無し		

通し番号	1) 10	
対象または部位	塀	
位置	西側外構板塀 遠景	
	幅の狭い板が不燃材	
撮影日	平成 23 年 3 月 8 日	
耐久性確認事項	外壁と比較	
経過観察		
問題無し		
通し番号	1) 11	
対象または部位	塀	
位置	西側外構板塀 近接	
	端部より 5、7、9 枚目	
	幅の狭い板が不燃材	
撮影日	平成 23 年 3 月 8 日	
耐久性確認事項	外壁と比較	
経過観察		
溶脱は全く見られない。		
通し番号	1) 12	
対象または部位	土台	
位置	土台	
	玄関脇	
	小国杉赤身	
撮影日	平成 23 年 3 月 8 日	
耐久性確認事項	腐食、蟻害の進行	
経過観察		
問題無し		

通し番号	1) 1 3	
対象または部位	床材	
位置	2階床	
	中央部 (根太レス)	
	小国杉 40mm フローリング	
撮影日	平成 23 年 2 月 21 日	
耐久性確認事項	隙間開き、反り、摩耗	
経過観察		
問題無し		
通し番号	1) 1 4	
対象または部位	階段段板	
位置	段板	
	桜無垢材	
撮影日	平成 23 年 2 月 21 日	
耐久性確認事項	反り、撓み、狂い、摩耗	
経過観察		
問題無し		

2) 概ね半年後

概ね半年後	
通し番号	2) 1
対象または部位	不燃外壁
位置	東面全景
撮影日	平成 23 年 9 月 5 日
耐久性確認事項	重ねの隙間、狂いや暴れ
経過観察	遠目には全く変化を感じない。
通し番号	2) 2
対象または部位	不燃外壁
位置	東面近接 サッシ上 5 枚目より上 小国杉地熱乾燥材木表
撮影日	平成 23 年 9 月 5 日
耐久性確認事項	重ねの隙間、狂いや暴れ
経過観察	大きな狂い無し。若干の溶脱が見られる。 クリア塗装の為、殆ど目立たない。
通し番号	2) 3
対象または部位	不燃外壁
位置	南面 サッシ上 10 枚目より上 小国杉グリーン材
撮影日	平成 23 年 9 月 5 日
耐久性確認事項	重ねの隙間、狂いや暴れ
経過観察	大きな狂い無し。若干の溶脱が見られる。 クリア塗装の為、殆ど目立たない。



通し番号	2) 4	
対象または部位	不燃外壁	
位置	西面	
	小国杉地熱乾燥材木裏	
撮影日	平成 23 年 9 月 5 日	
耐久性確認事項	重ねの隙間、狂いや暴れ	
経過観察	大きな問題無し。木表、木裏の差は感じられない。	
通し番号	2) 5	
対象または部位	不燃外壁	
位置	北面	
	上越杉（節有り）	
撮影日	平成 23 年 9 月 5 日	
耐久性確認事項	重ねの隙間、狂いや暴れ	
経過観察	問題無し	
通し番号	2) 6	
対象または部位	不燃外壁長手継ぎ	
位置	南面継ぎ	
	#ッ上 3 枚目から 5 枚目	
撮影日	平成 23 年 9 月 5 日	
耐久性確認事項	継ぎ、合わせの狂い	
経過観察	継ぎ目としては問題無し。若干白く見られる。溶脱による白華と思われる。	

通し番号	2) 7	
対象または部位	不燃外壁長手継ぎ	
位置	北面継ぎ	
	下より 30 枚目付近	
	上越杉 (節有り)	
撮影日	平成 23 年 9 月 5 日	
耐久性確認事項	継ぎ、合わせの狂い	
経過観察		
継ぎ目としては問題無し。若干白く見られる。溶脱による白華と思われる。		
通し番号	2) 8	
対象または部位	不燃外壁コーナー納め	
位置	東南面コーナー	
	サッシ上 11 枚目より上	
撮影日	平成 23 年 9 月 5 日	
耐久性確認事項	不均一な開きや狂い	
経過観察		
大きく目立つ処は無い。 問題無し。		
通し番号	2) 9	
対象または部位	不燃外壁コーナー納め	
位置	西南面コーナー	
	電気メーターアンダーライ	
撮影日	平成 23 年 9 月 5 日	
耐久性確認事項	不均一な開きや狂い	
経過観察		
問題無し		

通し番号	2) 10	
対象または部位	塀	
位置	西側外構板塀 遠景	
	幅の狭い板が不燃材	
撮影日	平成 23 年 9 月 5 日	
耐久性確認事項	外壁と比較	
経過観察	遠目からも、木目に沿った白華が若干、観察される。	
通し番号	2) 11	
対象または部位	塀	
位置	西側外構板塀 近接	
	端部より 5、7、9 枚目	
	幅の狭い板が不燃材	
撮影日	平成 23 年 9 月 5 日	
耐久性確認事項	外壁と比較	
経過観察	濃い塗装色の為、木目に沿って溶脱した部分の白華が目立つ。拭き取るととれる。	
通し番号	2) 12	
対象または部位	土台	
位置	土台	
	玄関脇	
	小国杉赤身	
撮影日	平成 23 年 9 月 5 日	
耐久性確認事項	腐食、蟻害の進行	
経過観察	変化無し	

通し番号	2) 13	
対象または部位	床材	
位置	2階床	
	中央部（根太レス）	
	小国杉 40mm フローリング	
撮影日	平成 23 年 9 月 5 日	
耐久性確認事項	隙間開き、反り、摩耗	
経過観察		
変化無し		
通し番号	2) 14	
対象または部位	階段段板	
位置	段板	
	桜無垢材	
撮影日	平成 23 年 9 月 5 日	
耐久性確認事項	反り、撓み、狂い、摩耗	
経過観察		
変化無し		

＜概ね半年後の考察＞

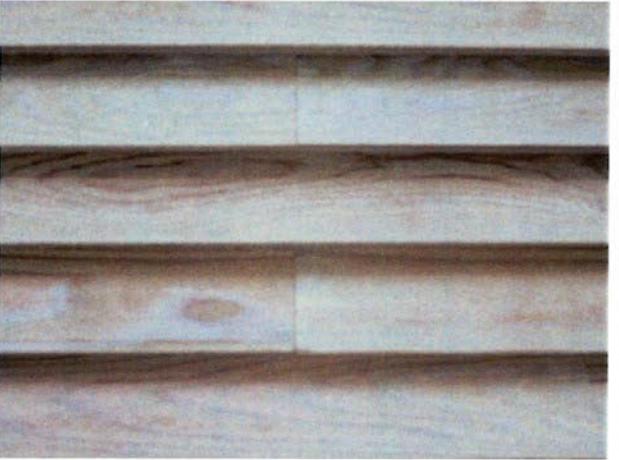
うっすらとではあるが、表面の一部に白華現象が見られる。特に黒塗には木目に沿った形で顕著に表れている。(写真 2) 11)

これに対し、クリア塗装の外壁では写真2) 6 や2) 7 のように木目と言うより表面の一部に白く変色が見られる。

3) 概ね 1 年後

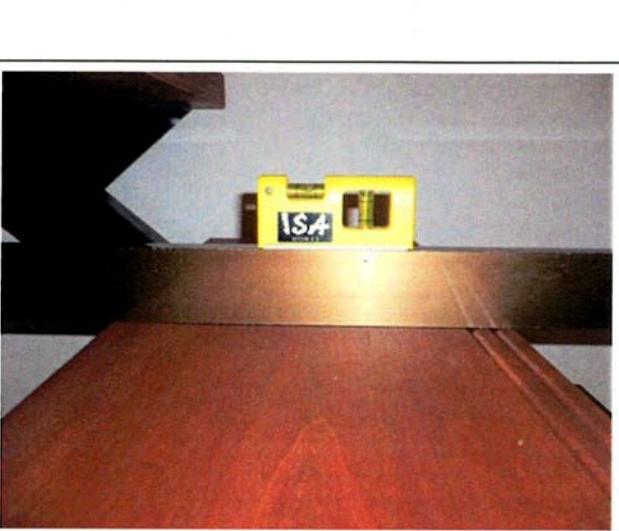
概ね 1 年後	
通し番号	3) 1
対象または部位	不燃外壁
位置	東面全景
撮影日	平成 24 年 2 月 10 日
耐久性確認事項	重ねの隙間、狂いや暴れ
経過観察	遠目に大きな変化は見られない。
通し番号	3) 2
対象または部位	不燃外壁
位置	東面近接 サッシ上 5 枚目より上 小国杉地熱乾燥材木表
撮影日	平成 24 年 2 月 10 日
耐久性確認事項	重ねの隙間、狂いや暴れ
経過観察	大きな狂い無し。豪雨時に溶脱が見られた。 (各面共通) その後、雨で流され表面上には大きな変化無し。
通し番号	3) 3
対象または部位	不燃外壁
位置	南面 サッシ上 10 枚目より上 小国杉グリーン材
撮影日	平成 24 年 2 月 10 日
耐久性確認事項	重ねの隙間、狂いや暴れ
経過観察	状況は東面近接と同じ。



通し番号	3) 4	
対象または部位	不燃外壁	
位置	西面	
	小国杉地熱乾燥材木裏	
	メーター脇上	
撮影日	平成 24 年 2 月 10 日	
耐久性確認事項	重ねの隙間、狂いや暴れ	
経過観察		
状況は東面近接と同じ。		
通し番号	3) 5	
対象または部位	不燃外壁	
位置	北面	
	上越杉（節有り）	
	下より 30 枚目付近	
撮影日	平成 24 年 2 月 10 日	
耐久性確認事項	重ねの隙間、狂いや暴れ	
経過観察		
概ね変化無し。		
通し番号	3) 6	
対象または部位	不燃外壁長手継ぎ	
位置	南面継ぎ	
	サッシ上 3 枚目から 5 枚目	
	小国杉グリーン材	
撮影日	平成 24 年 2 月 10 日	
耐久性確認事項	継ぎ、合わせの狂い	
経過観察		
継ぎ目としては問題無し。開きの進行も無い。若干全体が白っぽく感じられる。		

通し番号	3) 7		
対象または部位	不燃外壁長手継ぎ		
位置	北面継ぎ		
	下より 30 枚目付近		
	上越杉 (節有り)		
撮影日	平成 24 年 2 月 10 日		
耐久性確認事項	継ぎ、合わせの狂い		
経過観察	継ぎ目としては問題無し。突合せの為、若干前後のずれが見られるが問題無し。		
通し番号	3) 8		
対象または部位	不燃外壁コーナー納め		
位置	東南面コーナー		
	サッシ上 11 枚目より上		
撮影日	平成 24 年 2 月 10 日		
耐久性確認事項	不均一な開きや狂い		
経過観察	写真より、下部で 3ヶ所、木口にひび割れが見られる。		
通し番号	3) 9		
対象または部位	不燃外壁コーナー納め		
位置	西南面コーナー		
	電気メーターアンダーライフ		
撮影日	平成 24 年 2 月 10 日		
耐久性確認事項	不均一な開きや狂い		
経過観察	全く問題無し		

通し番号	3) 10	
対象または部位	塀	
位置	西側外構板塀 遠景 幅の狭い板が不燃材	
撮影日	平成 24 年 2 月 10 日	
耐久性確認事項	外壁と比較	
経過観察		
遠目からも、木目に沿った白華が若干、観察される。		
通し番号	3) 11	
対象または部位	塀	
位置	西側外構板塀 近接 端部より 5、7、9 枚目 幅の狭い板が不燃材	
撮影日	平成 24 年 2 月 10 日	
耐久性確認事項	外壁と比較	
経過観察		
濃い塗装色の為、溶脱した部分の白華が雨で流されたせいか余り目立たなくなっている。		
通し番号	3) 12	
対象または部位	土台	
位置	土台 玄関脇 小国杉赤身	
撮影日	平成 24 年 2 月 10 日	
耐久性確認事項	腐食、蟻害の進行	
経過観察		
変化無し		

通し番号	3) 13	
対象または部位	床材	
位置	2階床	
	中央部（根太レス）	
	小国杉 40mm フローリング	
撮影日	平成 24 年 2 月 10 日	
耐久性確認事項	隙間開き、反り、摩耗	
経過観察	変化無し	
通し番号	3) 14	
対象または部位	階段段板	
位置	段板	
	桜無垢材	
撮影日	平成 24 年 2 月 10 日	
耐久性確認事項	反り、撓み、狂い、摩耗	
経過観察	変化無し	

＜概ね一年後の考察＞

うっすらとではあるが、表面の一部に白華現象が見られるのは半年後と同じ程度である。溶脱し白濁したものが強い雨で流されることが分かった。黒塗の木目に沿った白華現象も雨で流されたせいか、余り目立たなくなっている。(写真 3) 11)

これに対しクリア塗装の外壁では写真3) 6 のように木目と言うより表面の全体が白っぽく感じられる。雨で流されたせいかもしれない。

4) 概ね 1 年半後

概ね 1 年半後

通し番号	4) 1	
対象または部位	不燃外壁	
位置	東面全景	
撮影日	平成 24 年 8 月 11 日	
耐久性確認事項	重ねの隙間、狂いや暴れ	
経過観察	遠目に大きな変化は見られない。	
通し番号	4) 2	
対象または部位	不燃外壁	
位置	東面近接 サッシ上 5 枚目より上 小国杉地熱乾燥材木表	
撮影日	平成 24 年 8 月 11 日	
耐久性確認事項	重ねの隙間、狂いや暴れ	
経過観察	大きな狂い無し。下見板の上端部（凹部）において、溶脱した溶液が溜まって結晶化している。	
通し番号	4) 3	
対象または部位	不燃外壁	
位置	南面 サッシ上 10 枚目より上 小国杉グリーン材	
撮影日	平成 24 年 8 月 11 日	
耐久性確認事項	重ねの隙間、狂いや暴れ	
経過観察	状況は東面ほどではないが、白華溜まりが見られる。	

通し番号	4) 4	
対象または部位	不燃外壁	
位置	西面	
	小国杉地熱乾燥材木裏	
	メーター脇上	
撮影日	平成 24 年 8 月 11 日	
耐久性確認事項	重ねの隙間、狂いや暴れ	
経過観察	大きな問題無し。木表、木裏の差は感じられない。	
通し番号	4) 5	
対象または部位	不燃外壁	
位置	北面	
	上越杉（節有り）	
	下より 30 枚目付近	
撮影日	平成 24 年 8 月 11 日	
耐久性確認事項	重ねの隙間、狂いや暴れ	
経過観察	溶脱は西面と同じで殆ど目立たないが、若干汚れが目立つ。	
通し番号	4) 6	
対象または部位	不燃外壁長手継ぎ	
位置	南面継ぎ	
	サッシ上 3 枚目から 5 枚目	
	小国杉グリーン材	
撮影日	平成 24 年 8 月 11 日	
耐久性確認事項	継ぎ、合わせの狂い	
経過観察	継ぎ目としては問題無し。開きの進行も無い。全体が白っぽく、白華溜まりが見られる。	

通し番号	4) 7		
対象または部位	不燃外壁長手継ぎ		
位置	北面継ぎ		
	下より 30 枚目付近		
	上越杉 (節有り)		
撮影日	平成 24 年 8 月 11 日		
耐久性確認事項	継ぎ、合わせの狂い		
経過観察	継ぎ目としては問題無し。若干前後のずれが見られるが問題無し。汚れが目立つ。		
通し番号	4) 8		
対象または部位	不燃外壁コーナー納め		
位置	東南面コーナー		
	サッシ上 11 枚目より上		
撮影日	平成 24 年 8 月 11 日		
耐久性確認事項	不均一な開きや狂い		
経過観察	目立った進行は無い。溶脱した溶液が白華し、下見板の上端 (凹部) に溜まっている。		
通し番号	4) 9		
対象または部位	不燃外壁コーナー納め		
位置	西南面コーナー		
	電気メータ一脇		
撮影日	平成 24 年 8 月 11 日		
耐久性確認事項	不均一な開きや狂い		
経過観察	問題無し		

通し番号	4) 10	
対象または部位	塀	
位置	西側外構板塀 遠景	
	幅の狭い板が不燃材	
撮影日	平成 24 年 8 月 11 日	
耐久性確認事項	外壁と比較	
経過観察	若干、白華が目立つようになってきた。	
通し番号	4) 11	
対象または部位	塀	
位置	西側外構板塀 近接	
	端部より 5、7、9 枚目	
	幅の狭い板が不燃材	
撮影日	平成 24 年 8 月 11 日	
耐久性確認事項	外壁と比較	
経過観察	濃い塗装色の為、溶脱した部分の白華が目立つ。拭き取りするととれる。	
通し番号	4) 12	
対象または部位	土台	
位置	土台	
	玄関脇	
	小国杉赤身	
撮影日	平成 24 年 8 月 11 日	
耐久性確認事項	腐食、蟻害の進行	
経過観察	変化無し	

通し番号	4) 13	
対象または部位	床材	
位置	2階床	
	中央部（根太レス）	
	小国杉 40mm フローリング	
撮影日	平成 24 年 8 月 11 日	
耐久性確認事項	隙間開き、反り、摩耗	
経過観察		
変化無し		
通し番号	4) 14	
対象または部位	階段段板	
位置	段板	
	桜無垢材	
撮影日	平成 24 年 8 月 11 日	
耐久性確認事項	反り、撓み、狂い、摩耗	
経過観察		
変化無し		

＜概ね一年半後の考察＞

一年後と違い外壁の下見板張りの上端（凹部）に溶脱した薬剤が溜まって結晶化してきている。（写真 4) 2) 強い雨で流された薬剤が毛細管現象で凹部の下見板の重ねに留まり、結晶化したものと考えられる。

また、全体に白っぽく感じられる部分が広がっているように思えるが、クリア塗装の為、遠目からはそれほど目立たない。

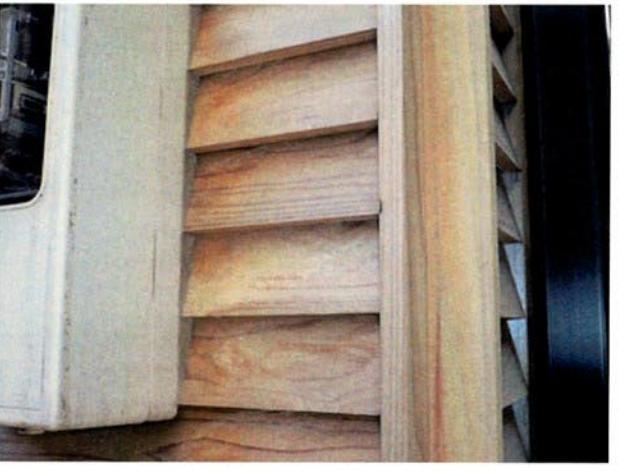
一方、黒塀の方は縦に平面の為、そのまま流されるのか、外壁のような結晶化は全く観察されない。（写真 4) 11)

5) 概ね2年後

概ね2年後

通し番号	5) 1	
対象または部位	不燃外壁	
位置	東面全景	
撮影日	平成25年3月12日	
耐久性確認事項	重ねの隙間、狂いや暴れ	
経過観察		
遠目に大きな進行は無い。		
通し番号	5) 2	
対象または部位	不燃外壁	
位置	東面近接	
	サッシ上5枚目より上	
	小国杉地熱乾燥材木表	
撮影日	平成25年3月12日	
耐久性確認事項	重ねの隙間、狂いや暴れ	
経過観察		
前回の観察より、溶脱した液が流れ、却つて目立たなくなっている。(下から見上げた部分)		
通し番号	5) 3	
対象または部位	不燃外壁	
位置	南面	
	サッシ上10枚目より上	
	小国杉グリーン材	
撮影日	平成25年3月12日	
耐久性確認事項	重ねの隙間、狂いや暴れ	
経過観察		
白華したものは、概ね流されている。結晶化した薬剤は硬いもので擦ると簡単に剥がれ落ちる。		

通し番号	5) 4		
対象または部位	不燃外壁		
位置	西面		
	小国杉地熱乾燥材木裏		
	メーター脇上		
撮影日	平成 25 年 3 月 12 日		
耐久性確認事項	重ねの隙間、狂いや暴れ		
経過観察	大きな問題無し。風雨のあたり具合が少ないせいか一番美しく保っている。		
通し番号	5) 5		
対象または部位	不燃外壁		
位置	北面		
	上越杉（節有り）		
	下より 30 枚目付近		
撮影日	平成 25 年 3 月 12 日		
耐久性確認事項	重ねの隙間、狂いや暴れ		
経過観察	溶脱は西面と同じで殆ど目立たないが、若干汚れが目立つ。目立った進行は無い。		
通し番号	5) 6		
対象または部位	不燃外壁長手継ぎ		
位置	南面継ぎ		
	サッ上 3 枚目から 5 枚目		
	小国杉グリーン材		
撮影日	平成 25 年 3 月 12 日		
耐久性確認事項	継ぎ、合わせの狂い		
経過観察	継ぎ目としては問題無し。継ぎの一部に前後の狂いが進行し、若干目立ってきた。		

通し番号	5) 7	
対象または部位	不燃外壁長手継ぎ	
位置	北面継ぎ	
	下より 30 枚目付近	
	上越杉（節有り）	
撮影日	平成 25 年 3 月 12 日	
耐久性確認事項	継ぎ、合わせの狂い	
経過観察		
	継ぎ目としては問題無し。若干前後のずれが見られるが問題無し。	
通し番号	5) 8	
対象または部位	不燃外壁コーナー納め	
位置	東南面コーナー	
	サッシ上 11 枚目より上	
撮影日	平成 25 年 3 月 12 日	
耐久性確認事項	不均一な開きや狂い	
経過観察		
	前回の観察より、溶脱した液が流れたのか、目立たなくなっている。	
通し番号	5) 9	
対象または部位	不燃外壁コーナー納め	
位置	西南面コーナー	
	電気メーター脇	
撮影日	平成 25 年 3 月 12 日	
耐久性確認事項	不均一な開きや狂い	
経過観察		
	問題無し	

通し番号	5) 10	
対象または部位	塀	
位置	西側外構板塀 遠景	
	幅の狭い板が不燃材	
撮影日	平成 25 年 3 月 12 日	
耐久性確認事項	外壁と比較	
経過観察		
不燃材以外の板の収縮が、若干大きくなつたように思える。		
通し番号	5) 11	
対象または部位	塀	
位置	西側外構板塀 近接	
	端部より 5、7、9 枚目	
撮影日	平成 25 年 3 月 12 日	
耐久性確認事項	外壁と比較	
経過観察		
濃い塗装色の為、溶脱した部分の白華が目立っていたが、雨で流れたようである。		
通し番号	5) 12	
対象または部位	土台	
位置	土台	
	玄関脇	
	小国杉赤身	
撮影日	平成 25 年 3 月 12 日	
耐久性確認事項	腐食、蟻害の進行	
経過観察		
変化無し		

通し番号	5) 13	
対象または部位	床材	
位置	2階床 中央部（根太レス） 小国杉 40mm フローリング	
撮影日	平成 25 年 3 月 12 日	
耐久性確認事項	隙間開き、反り、摩耗	
経過観察		
変化無し		
通し番号	5) 14	
対象または部位	階段段板	
位置	段板 桜無垢材	
撮影日	平成 25 年 3 月 12 日	
耐久性確認事項	反り、撓み、狂い、摩耗	
経過観察		
全体的には水平であり問題無いが、一枚に若干の中央部にむくみが発生。		
通し番号	5) 15	
対象または部位	不燃外壁	
位置	東面近接 サッシ上 5 枚目より上 小国杉地熱乾燥材木表	
撮影日	平成 25 年 3 月 12 日	
耐久性確認事項	重ねの隙間、狂いや暴れ	
経過観察		
前回の溶脱部拡大。板の上端に溶脱の溜まりが一部残っている。		

＜概ね二年後の考察＞

一年半後と同様に外壁の下見板張りの上端（凹部）に溶脱の溜まりが一部残っているが、雨で流されたせいか目立たなくなっている。（写真 5) 15)

溶脱そのものは好ましいことではないが、美観上は雨で流されることによってあまり目立たず、一定の美しさを保っている。

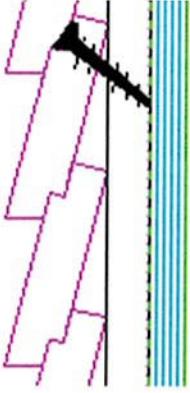
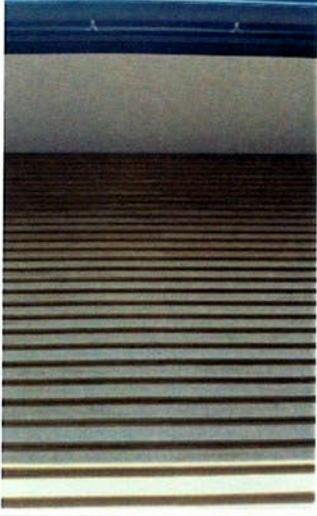
8. 取壊し前の詳細確認

次に、<耐久性確認対象/確認事項一覧>の表に挙げた確認事項すべてに対し、7の定期的定点観測と一部重複するが、取壊しの前の経年変化を、可能な限り詳細に観察する。観察は平成25年4月12日に行った。その結果を以下に示す。

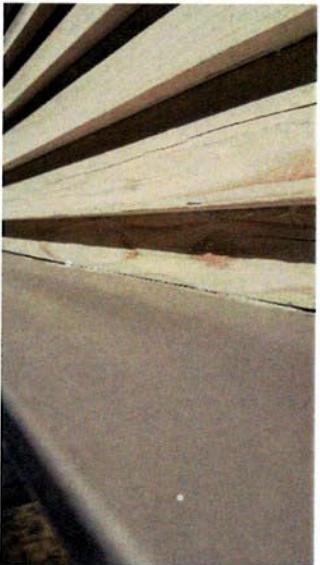
<4／12 確認作業風景>



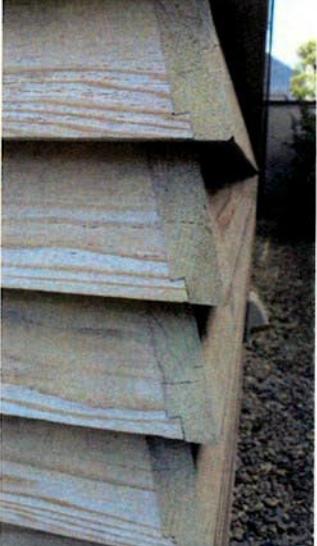
取壊し前（平成25年4月12日撮影とその観察）

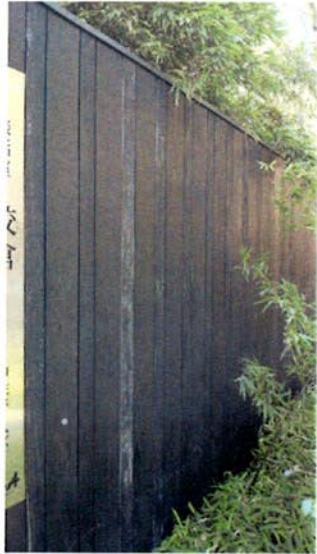
No.	対象または部位・部材			耐久性確認事項
	大分類	中分類	小分類	
	代表的な写真や図			
1	不燃外壁	外壁	下見板張り/外壁全体	重ねの隙間、狂いや暴れ
			 	<p>下見板張りは左図に示す相決(あいじやくり)とし、上部一か所をビスにより固定している。木の反りにより下部に隙間が生じることが懸念されたが、全体を見渡しても大きく開いている個所はそれほど多くない。下段左（上から 1/3 の高さの箇所）がやや開いていると見える部分で、全体でみると数カ所あったが、それほど気にならず認容できる範囲である。</p> <p>下段右は下見板の端部が浮いている部分で、全体で 2 カ所程あった。下見板を手で持ち上げようすると、ほんの少し浮き上がるが、手を放すと元に戻る。板の幅が小さい為かビスによる固定はかなりしっかりとしている。相決(あいじやくり)のかみ合わせを強くすると、もっと堅固になると予想され、改善の余地を残した。</p>
			 	

2	不燃外壁	外壁	コーナー納め	不均一な開きや狂い
				<p>今回、二つの納まり方法を試みた。上段左が道路側の納めで、上段右が奥側の納めである。道路側の納めは職人の技量に頼る部分が多く手間も掛かったが、遠景では美しい。しかし下段の写真のようにコーナーに木口が見える為、近景では小さなひび割れや、合わせの狂いが目立ち易い。</p> <p>下段左は道路に面し向かって左手の南東コーナーで、最も陽が良く当たり雨も当る箇所で、木口から割れが発生している。割れは3ヵ所程度で、写真は最も割れの大きい箇所である。</p> <p>下段右は道路に面し向かって右手の北東コーナーで、陽が当りにくいけれど、木口の割れや狂いも殆ど見られず、初期の美観を保っている。一方、奥の納めは木口を隠している為、大工も納め易く安定感があり、全く問題無い。</p> <p>納めの安定感や耐久性では奥側の納めが勝る。</p>
3	不燃外壁	外壁	長手継ぎ (端面納め)	継ぎ、合わせの狂い
				<p>外壁の長手方向の継ぎは突き付けとして納めているが、数カ所に前後方向の狂いが生じてきている。写真のようにいつもはそれほど目立たないが、光の加減で目に付く時がある。1の下段右の写真が長手継ぎの最も狂いが大きいと見られる箇所で、下見板の浮きに違いがあると目立つてくる。</p>

4	不燃外壁 	外壁 	上下水切り 特に下部の汚れ
5	不燃外壁 	外壁 	溶脱や白華現象 溶脱、白華現象の発生
			たった二年でかなりの溶脱が見られ、不燃材について薬剤の溶脱を塗装で封じ込める困難さを痛感した。雨当りと陽当りが少ない部分は初期の状態を保っている部分もあるが、全体に白っぽくなっている。雨当りが強く陽が当る処ほど溶脱が進行し、流れ出た薬剤は溜り易い部分に溜まって結晶化する。結晶化した薬剤は多少硬いもので擦ると簡単に剥がれ落ちる。(下段左) その為か強い雨で流されることも分かった。クリア塗装の為、遠目ではそれほど目立たないが、意識して見上げてみると東面と南面の一部の陽当りの良い面で溶脱の溜りが目に付く。 どれほど溶脱したのか、その結果、不燃性能の減退がどの程度なのかについて正確に把握はできないが、少なくとも2年でこの状態では好ましくない。

6	不燃外壁 	外壁 	色、塗装 脱色や塗膜の剥がれ
---	---	---	-------------------

			今回はクリアな無色系の塗装色で殆ど艶のない塗料を用いた。そのせいか全体的に塗料や塗膜を感じることが出来ない。5でも指摘したように選択した塗料では全体に白っぽく溶脱が進行しており、認容できる範囲に溶脱を抑えたとは言えない結果となってしまった。
7	不燃外壁	外壁	釘による止め 不揃い、反りの発生
			下見板の固定はビスに依っているが、一般的の面は上の下見板が被さり見えない。サッシの下や最上端に、ビスが表面に見える部分があるが、鋸や緩みは全く見られず堅固に固定されている。
8	不燃外壁	外壁	木表と木裏の違い 反り方の違い、反りの進行
			道路奥の西面が小国杉の木裏を表にした面である。西面はおよそ半分が隣家に近接しており、残りが開いて一部に西日が当たる。東西南北すべての面で一番初期の状態を保っており、木裏のマイナス面は感じられない。むしろ木裏の方が優れないと評価しても良い。下段右の写真は西面では比較的陽が当り、雨が当り易いコーナーの縦見切に接する下見板で、東面程ではないが、うつすらと溶脱の溜りが見られた。

9	不燃外壁	塀	(暴露試験体)	雨掛け、日当り等外壁と比較
				外構の黒塀は幅の狭い部分が不燃材で広い部分は普通の杉板である。濃色の塗装を施している為か溶脱による白華現象が顕著に表れている。不燃材の板は全部で76枚あるが、その内白華現象の目立つものは21枚程度であった。(凡そ4枚に1枚) 外壁とは違い軒が無い為、雨が直接当たる。溶脱した薬剤は拭き取ると簡単にとれ、雨にも流されるようで、強い雨が降った後は少し目立たなくなる。下段の右の写真は最も顕著に表れている溶脱の現象で木目が浮き出るように白華が目立っている。このような白華現象の顕著な現象はクリア塗装の外壁では識別することは出来ず、少なくとも塗装色の選択は無色系のものが優れている。ただ縦に一枚板としている為に下見板のような溜まり易い部分が無い為か、結晶化した溶脱溜りは全く無い。板の張り方も白華現象の目立ち具合に影響することが分かった。
10	主要部材	柱、梁	小国杉	表面割れの進行、色の変化
				柱梁共に小国杉を使用した。二年経過して杉らしい少し赤身かかった美しい風合いを醸し出している。梁の一部に乾燥割れが生じていたが、常識の範囲内で問題無いものと判断する。(右側の写真) 105角の柱は割れが見当たらず、全く問題無い。

11	主要部材 土台	小国杉赤身、防腐防蟻無	腐食、蟻害の進行
			土台は小国杉の赤身材を防腐、防腐処理をせずに使用している。床の一部を切り開き、その土台を確認した。床上の柱や梁と比べても特に湿ったような形跡もなく、腐食・蟻害も見当たらない。土間の方にも土台が一部露出しているが（右側の写真）、こちらの方も全く問題無い。
12	主要部材 床材	小国杉/40mm、根太レス	隙間開き、反り、摩耗
			床は厚さ 40mm の小国杉を根太レスで施工した。2 年経過後も床板同志の隙間もなく、反りや狂いも全く生じていない。 左が 2 階、右が 1 階の写真である。 1 階は長手方向の突合せの継ぎがあるが、一番目立つ処が右側の写真で、目立つと言っても全く問題の無いレベルである。
13	主要部材 造作材	小国杉/敷居、鴨居	反り、狂い、摩耗
			左敷居、右鴨居、共に小国杉を使用しているが、障子の作動もスムーズで、反り狂い共に全く無い。
14	主要部材 階段段板	桜無垢材	反り、狂い、摩耗



階段段板には桜の無垢材を使用している。階段はオープンなデザインで並行する二本の鉄骨のササラに下からビスで固定している。長手方向では、全 10 段の内 2 段が 1mm 弱の反り、短手方向では内 1 段が若干 0.5mm 程度の凹みがあったが、裸足で歩行しても感じることが出来ない程度で全く問題無い。割れや変色も無く、美しさと無垢材の風合いをしっかりと保っている。

以上